MEMORIE

DELLA

R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL'ISTITUTO DI BOLOGNA

SERIE QUINTA

TOMO IV.

BOLOGNA
TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI

1894

ANNO ACCADEMICO 1893-94

MEMBRI DELLA R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

ACCADEMICI UFFICIALI

PRESIDENTE

Brugnoli Dott. **Giovanni** Cav. ✠; Grande Uffiz. ✠; Comm. dell' Ordine Serbo del Tokowo; Professore ordinario di Patologia speciale medica, Membro del Consiglio Accademico e Preside della Facoltà Medico-Chirurgica della R. Università di Bologna; Membro del Consiglio Sanitario Provinciale di Bologna.

VICE-PRESIDENTE

Taruffi Dott. **Cesare** Comm. ✠; Professore emerito di Anatomia Patologica e Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Bologna; Socio corrispondente del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere.

SEGRETARIO

Cavazzi Ing. Dott. **Alfredo**, Professore straordinario di Chimica docimastica nella R. Scuola d'Applicazione per gl' Ingegneri in Bologna.

VICE-SEGRETARIO

Santagata Dott. **Domenico** Cav. ✠; Professore emerito di Chimica inorganica nella R. Università di Bologna.

AMMINISTRATORE GRAZIOSO

Brugnoli Prof. **Giovanni**, predetto.

ACCADEMICI PENSIONATI O BENEDETTINI

SEZIONE PRIMA

Scienze Fisiche e Matematiche.

Beltrami Dott. **Eugenio** Comm. ✠; Comm. ✠; Cav. ✠; Membro del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Fisica matematica e di Meccanica Superiore nella R. Università di Roma; Professore emerito delle R. Università di Bologna e di Pisa; Membro effettivo del R. Istituto Lombardo; Socio corrispondente della R. Società di Napoli e della R. Accademia delle scienze di Torino; Socio onorario della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze; Membro corrispondente della R. Accademia delle scienze di Berlino, e dell'Istituto di Francia; Socio estero dell'Accademia di Göttingen; Socio corrispondente della Società matematica di Londra.

Donati Dott. **Luigi** Cav. ✠; Professore ordinario di Fisica matematica nella R. Università di Bologna, e di Fisica tecnica nella R. Scuola di Applicazione per gl' Ingegneri.

Pincherle Ing. **Salvatore** Cav. ✠; Professore ordinario di Algebra e Geometria analitica e Incaricato di Geometria superiore nella R. Università di Bologna; Socio corrispondente della R. Accademia dei Lincei, e del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere.

Riccardi Ing. Dott. Pietro Uffiz. ✠; Comm. ✠; Professore ordinario di Geometria pratica nella R. Scuola d' Applicazione per gl' Ingegneri in Bologna (a riposo); Professore emerito della R. Università di Modena; Socio permanente della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Socio corrispondente della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo; Membro della Deputazione di Storia patria per le Provincie Modenesi.

Righi Dott. **Augusto** Cav. ✠; Cav. ✠; Professore ordinario di Fisica nella R. Università di Bologna, ed Incaricato dell' Insegnamento della Fisica pei Farmacisti; Socio corrispondente della R. Accademia dei Lincei, della R. Accademia delle scienze di Torino, e del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti.

Ruffini Ing. Dott. **Ferdinando Paolo** Uffiz. ✠; Comm. ✠; Professore ordinario di Meccanica razionale e Rettore della R. Università di Bologna; Incaricato di Statica grafica nella R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri in Bologna; Professore emerito della R. Università di Modena; Membro del Collegio degli Esaminatori pei Licei e Ginnasi del Regno; Socio permanente della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti.

Saporetti Dott. **Antonio** Cav. ✠; Professore ordinario di Astronomia e Direttore dell'Osservatorio Astronomico della R. Università di Bologna.

Villari Dott. **Emilio** Comm. ✠; Professore ordinario di Fisica ed Incaricato dell'insegnamento della Spettroscopia nella R. Università di Napoli; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei, della R. Società di Napoli, del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere, della R. Accademia delle scienze di Torino e dell'Accademia Pontaniana di Napoli; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze.

SEZIONE SECONDA

Scienze Naturali.

Bombicci Porta Dott. **Luigi** Cav. ✠; Comm. ✠; Professore ordinario di Mineralogia e Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Bologna; Incaricato di Mineralogia e Geologia applicate nella R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, e dell'Accademia Pontaniana di Napoli; Consigliere del Municipio di Bologna.

Capellini Dott. **Giovanni** Comm. ✠; Comm. ✠; Cav. ✠; Comm. con placca dell'Ordine dell'Aquila Rossa di Prussia; Grande Uffiz. dell'O. della Corona di Romania; Comm. di 1ª classe dell'O. del Leone di Zaehringen (Baden); Gr. Uffiz. dell'O. di S. Marino; Comm. dell'O. di Danebrog di Danimarca; Comm. dell'O. del Salvatore di Grecia; Comm. dell'O. della Stella Polare di Svezia; Comm. dell'O. del merito scientifico di S. Giacomo della Spada di Portogallo; Cav. dell'O. della Concezione di Portogallo; Cav. dell'O. della Rosa del Brasile; Cav. della Legion d'onore di Francia; Uffiziale dell'O. ottomano del Medijdié; Decorato delle Palme dell'Istruzione pubblica di Francia; Medaglia d'oro dei

Benemeriti di Romania; Dottore in Leggi *honoris causa*, della Università di Edinburgh; Senatore del Regno; Professore ordinario di Geologia nella R. Università di Bologna; Dottore aggregato della classe di scienze fisiche nella R. Università di Genova; Presidente del R. Comitato Geologico Italiano; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, della R. Accademia delle scienze di Torino, e della R. Società di Napoli; Presidente della R. Accademia Valdarnense del Poggio in Montevarchi; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze; Membro onorario della Società Geologica del Belgio.

Cavazzi Prof. **Alfredo,** *Segretario* predetto.

Ciaccio Dott. **Giuseppe Vincenzo** Cav. ✠; Comm. ✠; Preside della Facoltà di scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, e Professore ordinario di Anatomia e Fisiologia comparata e d'Istologia normale nella R. Università di Bologna; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze.

Cocconi Dott. **Girolamo** Uffiz. ✠; Comm. ✠; già Membro del Consiglio Superiore, della Giunta di pubblica Istruzione, e del Consiglio Superiore di Sanità del Regno; Professore ordinario d'Igiene e di Materia Medica, Incaricato dell'Insegnamento dell'Ezoognosia e Direttore della R. Scuola Superiore di Medicina Veterinaria di Bologna; Segretario del Consiglio Accademico della R. Università di Bologna; Professore emerito della R. Università di Parma.

Delpino Federico Uffiz. ✠; Professore ordinario di Botanica, Direttore dell'Orto Botanico nella R. Università di Napoli; Socio corrispondente della R. Accademia delle scienze di Torino.

Santagata Prof. **Domenico,** *Vice Segretario,* predetto.

Trinchese Dott. **Salvatore** Cav. ✠; Comm. ✠; Membro del Consiglio Superiore e della Giunta di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Anatomia comparata ed Incaricato dell'Embriologia comparata nella R. Università di Napoli; Dottore aggregato della classe di scienze fisiche nella R. Università di Genova; Socio ordinario residente della R. Società di Napoli e dell'Accademia Pontaniana di Napoli; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società italiana delle scienze.

SEZIONE TERZA

Medicina e Chirurgia.

Albertoni Dott. **Pietro** Cav. ✠; Cav. ✠; Professore ordinario di Fisiologia sperimentale nella R. Università di Bologna; Socio corrispondente nazionale della R. Accademia dei Lincei; Deputato al Parlamento.

Brugnoli Prof. **Giovanni**, *Presidente* e *Amministratore grazioso*, predetto.

Calori Dott. **Luigi** Comm. ✠; Comm. ✠; Cav. ✠; Professore ordinario di Anatomia umana nella R. Università di Bologna; Membro della Commissione pei testi di Lingua; Socio corrispondente del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere, e della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena.

Gotti Dott. **Alfredo** Cav. ✠; Professore ordinario di Clinica Medica e Chirurgica Veterinaria, e Incaricato dell' Ostetricia Veterinaria e della Podologia nella Scuola Superiore di Medicina Veterinaria della R. Università di Bologna; Membro del Consiglio Sanitario Provinciale di Bologna.

Novaro Dott. **Giacomo Filippo** Comm. ✠; Membro del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Clinica Chirurgica nella R. Università di Bologna.

Taruffi Prof. **Cesare**, *Vice Presidente*, predetto.

Tizzoni Dott. **Guido** Cav. ✠; Professore ordinario di Patologia generale nella R. Università di Bologna; già Membro del Consiglio Sanitario Provinciale di Bologna; Socio corrispondente della R. Accademia dei Lincei.

Verardini Dott. **Ferdinando** Cav. ✠; Cav. ✠; Medico primario dell'Ospedale di Bologna; già R. Conservatore del vaccino per le Provincie dell' Emilia, delle Marche e dell' Umbria; già Membro del Consiglio Sanitario Provinciale di Bologna.

ACCADEMICI ONORARI O NON PENSIONATI

SEZIONE PRIMA

Scienze Fisiche e Matematiche.

Colognesi Dott. **Alfonso** Professore di Matematica nel R. Liceo *Galvani* di Bologna.

Cremona Ing. **Luigi** Grande Uffiz. ✠; Grande Uffiz. ✠; Consigliere Cav. ✠; Senatore del Regno; Vice-Presidente del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Matematiche superiori e Incaricato della Geometria analitica nella R. Università di Roma; Direttore della R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri in Roma; Direttore della Scuola di Magistero in scienze e Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Roma; Professore emerito della R. Università di Bologna; Dottore *honoris causa* dell' Università di Edimburgo e dell' Università di Dublino; Membro effettivo del R. Istituto Lombardo; Socio ordinario non residente della R. Società di Napoli e del R. Istituto d' incoraggiamento di Napoli; Socio corrispondente nazionale della R. Accademia delle scienze di Torino e della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Socio onorario della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze; Membro straniero della Società R. di Londra; Membro corrispondente delle R. Accademie delle scienze di Lisbona, di Berlino, di Monaco, di Amsterdam e di Copenaghen; delle Società R. di Edimburgo, di Gottinga, di Praga e di Liegi; Membro onorario dell' Insigne Accademia Romana di Belle Arti, detta di S. Luca, della Società Filosofica di Cambridge e dell'Associazione britannica pel progresso delle scienze; Membro straniero della Società delle scienze di Harlem.

D' Arcais Ing. **Francesco** Professore ordinario di Calcolo infinitesimale e Libero insegnante di Analisi superiore nella R. Università di Padova.

Fais Ing. **Antonio** Uffiz. ✠; Professore ordinario di Calcolo infinitesimale, Incaricato del Disegno d' ornato e di Architettura elementare e Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Cagliari; Professore titolare di Matematica nel R. Liceo *Dettori* di Cagliari.

Filopanti Ing. **Quirico** Professore onorario della R. Università di Bologna; Deputato al Parlamento.

Gualandi Ing. **Francesco**.

Sacchetti Ing. **Gualtiero** Cav. ✠; Rappresentante il Consorzio Universitario nel Consiglio direttivo della R. Scuola d' Applicazione per gl' Ingegneri di Bologna; Presidente del Consiglio Provinciale di Bologna; Consigliere del Municipio di Bologna; Deputato al Parlamento.

SEZIONE SECONDA

Scienze Naturali.

Bertoloni Prof. **Antonio** Cav. ✠.

Brazzola Dott. **Floriano** Professore straordinario di Patologia generale e di Anatomia patologica nella Scuola Superiore di Medicina Veterinaria della R. Università di Bologna; Direttore del Gabinetto Municipale di Batteriologia.

Ciamician Dott. **Giacomo** Cav. ✠; Professore ordinario di Chimica generale nella R. Università di Bologna; Membro del Consiglio Sanitario Provinciale di Bologna; Socio corrispondente della R. Accademia dei Lincei.

Emery Dott. **Carlo** Professore ordinario di Zoologia nella R. Università di Bologna: Socio corrispondente della R. Accademia dei Lincei.

Fornasini Dott. **Carlo** Cav. ✠.

Giacomelli Prof. **Enrico**.

Gibelli Dott. **Giuseppe** Cav. ✠; Cav. ✠; Professore ordinario di Botanica, e Direttore dell' Orto Botanico nella R. Università di Torino; Membro residente della R. Accademia delle scienze di Torino; Socio sopranumerario della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Socio corrispondente del R. Istituto Lombardo; Socio corrispondente nazionale della R. Accademia dei Lincei.

Morini Dott. **Fausto** Professore straordinario di Botanica nella R. Università di Messina; Libero insegnante con effetti legali di Botanica nella R. Università di Bologna.

SEZIONE TERZA

Medicina e Chirurgia.

Colucci Dott. **Vincenzo** Professore straordinario di Patologia generale e di Anatomia patologica nella Scuola Superiore di Medicina Veterinaria della R. Università di Pisa; Libero insegnante con effetti legali delle stesse materie nella R. Università di Bologna.

D' Ajutolo Dott. **Giovanni** Libero insegnante con effetti legali di Anatomia patologica nella R. Università di Bologna.

Fabbri Dott. **Ercole Federico** Professore ordinario di Ostetricia, di Clinica Ostetrica, e della Dottrina delle malattie delle donne e dei bambini, nella R. Università di Modena; Socio attuale della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena.

Gamberini Dott. **Pietro** Cav. ✠; Uffiz. ✠; Professore straordinario di Dermopatologia e Clinica dermopatica, Sifilopatologia e Clinica sifilopatica nella R. Università di Bologna (a riposo).

Massarenti Dott. **Carlo** Cav. ✠; Professore straordinario di Ostetricia, di Clinica Ostetrica e Pediatria nella R. Università di Bologna (a riposo).

Murri Dott. **Augusto** Cav. ✠; Comm. ✠; già Membro del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Clinica Medica e Membro del Consiglio Accademico nella R. Università di Bologna; Professore onorario della libera Università di Camerino; Membro del Consiglio Sanitario Provinciale di Bologna; ex Deputato al Parlamento.

Vitali Dott. **Dioscoride** Professore ordinario di Chimica Farmaceutica, Direttore della Scuola di Farmacia e Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Bologna; Membro del Consiglio Scolastico e del Consiglio Sanitario Provinciale di Bologna; Presidente onorario dell' Associazione generale dei Farmacisti italiani.

ACCADEMICI AGGREGATI

SEZIONE PRIMA

Scienze Fisiche e Matematiche.

Benetti Ing. **Jacopo** Uffiz. ✠; Comm. ✠; Professore ordinario di Macchine agricole, idrauliche e termiche, e Incaricato dell' insegnamento sul Materiale mobile delle strade ferrate e Direttore della R. Scuola d'Applicazione per gl' Ingegneri in Bologna.

SEZIONE TERZA

Medicina e Chirurgia.

Mazzotti Dott. **Luigi** Medico primario dell' Ospedale Maggiore di Bologna.

ACCADEMICI CORRISPONDENTI NAZIONALI

SEZIONE PRIMA

Scienze Fisiche e Matematiche.

Battaglini Ing. **Giuseppe** Uffiz. ✠; Comm. ✠; Cav. ✠; già Membro del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Analisi superiore nella R. Università di Napoli; Socio Nazionale della R. Accademia dei Lincei; Socio corrispondente della R. Accademia delle scienze di Torino e della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Presidente della Classe di scienze fisiche e matematiche della R. Società di Napoli; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze.

Blaserna Dott. **Pietro** Uffiz. ✠; Comm. ✠; Cav. ✠; Senatore del Regno; già Membro del Consiglio Superiore e della Giunta di pubblica Istru-

zione; Professore ordinario di Fisica sperimentale e Presidente della Facoltà di scienze Fisiche, Matematiche e Naturali nella R. Università di Roma; Vice-Presidente della Società geografica italiana; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, e della R. Accademia delle scienze di Torino; Socio onorario della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo; Segretario della R. Accademia dei Lincei per la classe di scienze fisiche, Matematiche e Naturali; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze.

Boncompagni S. E. Don **Baldassare** dei Paincipi di Piombino; Membro onorario della R. Accademia delle scienze di Berlino; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, della R. Accademia delle scienze di Torino e della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Socio residente dell' Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei; Socio onorario della R. Società delle scienze di Göttingen.

Brioschi Ing. **Francesco** Gran Cordone ✠; Gr. Uffiz. ✠; Cav. ✠; Gr. Uffiziale della Legion d' onore e Comm. dell' Ordine del Cristo di Portogallo; Senatore del Regno; Membro del Consiglio Superiore e della Giunta di pubblica Istruzione; Professore ordinario d' Idraulica e Direttore del R. Istituto tecnico Superiore di Milano; Professore emerito della R. Università di Pavia; Membro effettivo del R. Istituto Lombardo; Socio onorario non residente della R. Società di Napoli; Membro della R. Accademia delle scienze di Torino; Presidente della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze; Socio corrispondente della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Socio onorario della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo; Membro corrispondente dell' Istituto di Francia e della R. Accademia delle scienze di Berlino, di Gottinga, e di Pietroburgo; Membro delle Società matematiche di Londra e di Parigi.

Denza Padre **Francesco** Comm. ✠; Uffiz. della Legion d' onore di Francia; Direttore dell' Osservatorio Meteorologico del R. Collegio *Carlo Alberto* in Moncalieri e della Specula Vaticana; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena e dell' Accademia Pontaniana di Napoli; Socio Onorario della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo.

De Rossi Prof. **Michele Stefano** Comm. dell' Ordine di S. Gregorio Magno; Socio corrispondente della R. Accademia di scienze, lettere ed

arti in Modena; Membro corrispondente della Società geologica del Belgio.

Felici Dott. **Riccardo** Cav. ✠; Comm. ✠; Cav. ✠; Professore ordinario di Fisica sperimentale e Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Pisa; Membro del Consiglio direttivo della R. Scuola normale superiore di Pisa; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, e della R. Accademia delle scienze di Torino; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze.

Negri Barone **Cristoforo** Grande Uffiz. ✠; Gr. Uffiz. ✠; Inviato straordinario e Ministro plenipotenziario (a riposo); 1° Presidente fondatore della Società geografica italiana; Consultore legale del Ministero per gli affari esteri; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, e della R. Accademia delle scienze di Torino.

Palmieri Dott. **Luigi** Grande Uffiz. ✠; Gr. Uffiz. ✠; Cav. ✠; Senatore del Regno; Professore ordinario di Fisica terrestre e meteorologica, e Direttore dell' Osservatorio meteorologico Vesuviano della R. Università di Napoli; Vice-Presidente dell'Accademia Pontaniana di Napoli; Socio residente della R. Società di Napoli; Segretario dell' Istituto d' incoraggiamento alle Scienze naturali di Napoli; Socio onorario della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, e della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze.

Schiapparelli Ing. Prof. **Giovanni** Comm. ✠; Grande Uffiz. ✠; Cav. ✠; Comm. dell' Ordine di S. Stanislao di Russia; Senatore del Regno; già Membro del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; 1° Astronomo e Direttore del R. Osservatorio Astronomico di Brera; Membro effettivo del R. Istituto Lombardo; Socio corrispondente della R. Società di Napoli; Socio onorario della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena e della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo; Membro della R. Accademia delle scienze di Torino; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Socieià Italiana delle scienze; Membro corrispondente delle II. Accademie delle scienze di Vienna, di Berlino, di Pietroburgo, dell' Istituto di Francia; della R. Accademia Svedese; delle Accademie di Monaco, di Upsala, e di Cracovia; della Società astronomica di Londra, e della Società I. dei Naturalisti di Mosca.

Siacci Ing. **Francesco** Uffiz. ✠; Comm. ✠; Senatore del Regno; Tenente Colonnello nell'Arma di Artiglieria; Professore ordinario di Meccanica superiore e Incaricato di Meccanica razionale nella R. Università di Torino, e Professore di matematiche applicate nella Scuola d'Applicazione delle armi di Artiglieria e Genio; Rappresentante il Ministero della guerra nel Consiglio di Amministrazione della R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri in Torino; Membro residente della R. Accademia delle scienze di Torino; Socio corrispondente del R. Istituto Lombardo; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze.

Tacchini Ing. Prof. **Pietro** Comm. ✠; Direttore dell'Ufficio centrale di Meteorologia e Geodinamica del R. Osservatorio astronomico del Collegio Romano; Consigliere della Società geografica italiana; Socio corrispondente della R. Accademia dei Lincei, della R. Accademia delle scienze di Torino, del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, e della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Socio attivo della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo; Membro straordinario della Società R. di Londra.

Tondini de' Quarenghi Padre Prof. **Cesare,** Barnabita.

SEZIONE SECONDA

Scienze Naturali.

Cannizzaro Stanislao Comm. ✠: Gr. Uffiz. ✠; Cav. ✠; Vice-Presidente del Senato del Regno; già Membro del Consiglio Superiore di Pubblica Istruzione; Professore di Chimica generale, Direttore dell'Istituto Chimico e della Scuola di Farmacia e Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Roma; Incaricato della Chimica docimastica nella R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri in Roma; Socio ordinario non residente della R. Accademia delle scienze di Torino e della R. Società di Napoli; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, e del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere; Socio attivo della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze; Membro corrispondente della R. Accademia delle scienze di Berlino e delle I. Accademie delle scienze di Vienna e di Pietroburgo; Socio straniero della R. Accademia delle scienze di Baviera e della Società Reale di Londra.

Cossa Nob. Dott. **Alfonso** Comm. ✠; Comm. ✠; Comm. dell'Ordine d'Isabella la Cattolica di Spagna; Membro del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Chimica docimastica, e Direttore della R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri in Torino; Professore di Chimica minerale nel R. Museo Industriale Italiano; Membro del R. Comitato Geologico Italiano; Socio corrispondente del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere, del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti e della R. Accademia delle scienze di Napoli; Socio ordinario non residente dell'Istituto di incoraggiamento alle scienze naturali di Napoli; Presidente della R. Accademia di Agricoltura di Torino; Socio dell'Accademia Gioenia di Catania; Accademico residente della R. Accademia delle scienze di Torino; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze; Socio effettivo della Società Imperiale Mineralogica di San Pietroburgo.

Costa Achille Comm. ✠; Uffiz. ✠; Professore ordinario di Zoologia nella R. Università di Napoli; Socio ordinario residente della R. Società di Napoli e dell'Accademia Pontaniana di Napoli; Segretario della Società Italiana delle scienze detta dei XL.

Omboni Giovanni Cav. ✠; Professore ordinario di Geologia, Direttore della Scuola di Farmacia e Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Padova; Incaricato della Mineralogia e Geologia applicate ai materiali di costruzione nella R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri in Padova; Membro del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti; Socio corrispondente della R. Università di Napoli.

Pavesi Dott. **Pietro** Cav. ✠; Uffiz. ✠; Comm. dell'Ordine austriaco di Francesco Giuseppe; Professore ordinario di Zoologia nella R. Università di Pavia; Membro effettivo del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere; Membro della Società geografica Italiana.

Saccardo Dott. **Pier-Andrea** Cav. ✠; Cav. ✠; Membro del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Botanica e Direttore dell'Orto Botanico nella R. Università di Padova; Membro effettivo del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti; Socio corrispondente della R. Accademia delle scienze di Torino.

Strüver Dott. **Giovanni** Comm. ✠; già Membro del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Mineralogia nella R. Università di Roma; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Socio

corrispondente della R. Accademia delle scienze di Torino; Corrispondente della R. Società delle scienze di Göttingen.

SEZIONE TERZA

Medicina e Chirurgia.

Baccelli Dott. **Guido** Gran Cordone ✠; Gran cordone ✠; Cav. ✠; Cav. dell' Ordine di S. Gregorio Magno; Comm. doll' O. scient. di Federico di Prussia; Professore ordinario di Clinica Medica nella R. Università di Roma; Socio onorario della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo; Presidente del Consiglio Superiore di Sanità del Regno; già Presidente della Camera dei Deputati; Membro onorario straniero dell' Accademia R. di Medicina del Belgio; Ministro dell' Istruzione pubblica.

Bizozzero Dott. **Giulio** Comm. ✠; Comm. ✠; Senatore del Regno; Professore ordinario di Patologia generale nella R. Università di Torino; già Membro del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; Membro del Consiglio Superiore di Sanità del Regno; Membro residente della R. Accademia delle scienze di Torino; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Delegato della R. Accademia delle scienze di Torino nell' Amministrazione del Consorzio Universitario; Vice-Presidente della R. Accademia di Medicina di Torino; Membro della R. Accademia di Agricoltura di Torino; Socio straniero dell' Accademia Cæsarea Leopoldino-Carolina Germanica *naturæ curiosorum;* Socio corrispondente del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere, e del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti.

Bottini Dott. **Enrico** Comm. ✠; Professore ordinario di Clinica Chirurgica e Medicina operatoria; Senatore del Regno.

Giacomini Dott. **Carlo** Cav. ✠; Cav. ✠; Professore ordinario di Anatomia umana descrittiva e topografica e di Istologia nella R. Università di Torino; Socio della R. Accademia di Medicina di Torino; Membro residente della R. Accademia delle Scienze di Torino.

Golgi Dott. **Camillo** Comm. ✠; Membro del Consiglio Superiore e della Giunta di Pubblica Istruzione; Rettore e Prof. di Patologia generale nel-

l' Università di Pavia; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Socio corrispondente della R. Accademia delle Scienze di Torino.

Nicolucci Dott. **Giustiniano** Uffiz. ✠; Professore ordinario di Antropologia nella R. Università di Napoli; Ispettore onorario degli scavi e monumenti di antichità della Provincia di Caserta; Socio residente della R. Società di Napoli e dell' Accademia Pontaniana di Napoli; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti e della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze.

Paladino Dott. **Giovanni** Cav. ✠; Presidente della Facoltà di scienze naturali, e Professore ordinario di Fisiologia e Istologia generale nella R. Università di Napoli; Professore ordinario di Zoologia, Anatomia generale e speciale e di Fisiologia sperimentale nella R. Scuola Superiore di Medicina Veterinaria di Napoli.

Sangalli Dott. **Giacomo** Cav. ✠; Comm. ✠; Professore ordinario di Anatomia Patologica e Presidente della Facoltà di Medicina e Chirurgia della R. Università di Pavia; Membro effettivo del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere.

ACCADEMICI CORRISPONDENTI ESTERI

SEZIONE TERZA

Scienze Fisiche e Matematiche.

Airy Sir **Giorgio Biddel** Cav. dell' Ordine di Prussia *pour le mérite:* Membro della Societa R. di Londra; Membro straniero della R. Accademia delle scienze di Berlino; Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze, della R. Accademia delle scienze di Amsterdam, della R. Accademia Danese di scienze e lettere, e della R. Società delle scienze di Göttingen, Socio straniero della R. Accademia dei Lincei, e

della Società Italiana dei XL; R. Astronomo dell' Osservatorio di *Greenwich* (Londra).

Boltzmann Dott. **Lodovico** Prof. di Fisica nell' Università di *Graz;* Membro dell' I. Accademia di scienze di Vienna; Membro onorario della R. Accademia delle scienze di Berlino, e Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze; Membro della R. Società delle scienze di Göttingen.

Cayley Dott. **Arturo** Professore di Matematica nella Università di *Cambridge;* Membro corrispondente della R. Accademia Danese di scienze e lettere, e della Società R. delle scienze di Göttingen; Socio Corrispondente straniero della R. Accademia dei Lincei; Socio straniero della Società Italiana dei XL; Membro della Società Reale di Napoli e della Accademia R. delle scienze di Torino.

Darboux Gastone Professore di Matematica della Facoltà delle scienze di Parigi; Membro dell' Istituto di Francia; Membro corrispondente della R. Accademia Danese di scienze e lettere, e della R. Società delle scienze di Göttingen; Corrispondente della R. Accademia delle scienze di Torino; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei. - *Parigi.*

Fizeau Prof. **Armando Ippolito** Membro corrispondente della R. Accademia delle scienze di Berlino; Membro straniero della Società R. di Londra; Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze; Socio corrispondente straniero della R. Accademia dei Lincei - *Parigi.*

Helmholtz (von) S. E. **Ermanno Luigi Ferdinando** Consigliere di Stato e Consigliere intimo; Gran Cordone ✠; Socio corrispondente dell' Istituto di Francia; Socio ordinario della R. Accademia delle scienze di Berlino; Membro onorario dell' I. Accademia delle scienze di Vienna; Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze della R. Accademia delle scienze di Amsterdam, della R. Accademia Danese di scienze e lettere, e della Società R. di scienze di Göttingen; Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze Fisiche Matematiche e Naturali della R. Università di Bologna; Membro onorario straniero della Accademia R. di Medicina del Belgio; Membro straniero della Società R. di Londra; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei, della R. Accademia delle scienze di Torino, della R. Società di Napoli, e della Società Italiana dei XL; Professore di Fisica nell' Università di *Berlino.*

Hermite Carlo Gran Croce della Legion d' Onore; Prof. di Matematica alla Facoltà delle scienze; Membro dell' Istituto di Francia; Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze fisiche, matematiche e naturali della R. Università di Bologna; Membro straniero della R. Accademia delle scienze di Berlino; Membro onorario dell' I. Accademia delle scienze di Vienna; Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze, della R. Accademia delle scienze di Amsterdam, della R. Accademia Danese di scienze e lettere, e della Società R. delle scienze di Göttingen; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei, della Società Italiana dei XL, della R. Società di Napoli, della R. Accademia delle scienze di Torino, della Società R. di Londra - *Parigi.*

Janssen Pietro Giulio Cesare Membro dell' Istituto di Francia; Direttore dell' Osservatorio d' Astronomia fisica a *Meudon* (Seine et Oise); Membro straniero della Società R. di Londra; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei.

Lipschitz prof. **Rodolfo** Membro corrispondente della R. Accademia di scienze di Berlino; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei - *Bonn.*

Neumann Prof. **Carlo** Membro della Società R. delle scienze di Göttingen - *Leipzig.*

Neuman Francesco Ernesto Membro onorario dell' I. Accademia delle scienze di Vienna; Socio corrispondente della R. Società delle scienze di Göttingen; Membro straniero della R. Accademia delle scienze di Berlino, della Società R. di Londra, e della R. Accademia dei Lincei; Professore nell' Università di *Königsberg.*

Poncairé Dott. **Giulio Enrico** Membro dell' Istituto di Francia; Professore di calcoli delle probabilità e di Fisica Matematica; Corrispondente della R. Società delle Scienze di Göttingen; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei; Socio corrispondente della R. Accademia delle scienze di Torino - *Parigi.*

Reye Prof. **Teodoro** Rettore dell' Università di *Strassburg;* Corrispondente della R. Società delle scienze di Göttingen.

Tchebitchef Prof. **Pafnutij** Socio straniero della R. Accademia dei Lincei; Membro straniero della Società R. di Londra - *S. Pietroburgo.*

Thomson Sir **Guglielmo** Professore di Filosofia naturale nell' Università di *Glasgow*; Comm. della Legion d'Onore di Francia; Cav. dell' O. di Prussia *pour le mérite*; Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze fisiche matematiche e naturali della R. Università di Bologna; Membro della Società R. di Londra; Membro onorario dell' I. Accademia delle scienze di Vienna; Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze, della R. Accademia delle scienze di Amsterdam, della R. Accademia Danese di scienze e lettere, e della R. Società delle scienze di Göttingen; Socio straniero dell' Istituto di Francia, della R. Accademia dei Lincei, della R. Accademia delle scienze di Torino, e della Società Italiana dei XL; Membro corrispondente della R. Accademia delle scienze di Berlino.

Weierstrass Dott. **Carlo Teodoro Guglielmo** Professore di Matematica nell' Università di *Berlino*; Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze fisiche, matematiche e naturali della R. Università di Bologna; Socio onorario della R. Accademia delle scienze di Berlino; Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze, della R. Accademia Danese di scienze e lettere, e della R. Società delle Scienze di Göttingen; Membro straniero dell' I. Accademia delle scienze di Vienna, della R. Società di Londra, della R. Accademia dei Lincei, e della R. Accademia delle scienze di Torino.

Wiedemann Gustavo Membro straniero della Società R. di Londra, della R. Accademia dei Lincei e della R. Accademia delle scienze di Torino; Membro corrispondente della R. Accademia delle scienze di Berllno, della R. Accademia Svedese delle scienze e della R. Società delle scienze di Göttingen; Professore all' Università di *Lipsia.*

Yule Colonnello **Enrico** Membro della Società Geografica italiana - *Londra.*

SEZIONE SECONDA

Scienze Naturali.

Agassiz Prof. **Alessandro** Direttore del Museo di Zoologia Comparata all' *Harvard College di Cambridge Mass.;* Socio straniero della R. Accademia dei Lincei.

Berthelot Prof. **Marcellino,** Segretario dell' Istituto di Francia; Socio cor-

rispondente della R. Accademia delle Scienze di Torino; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei - *Parigi.*

Blanchard Prof. **Carlo Emilio** Membro dell' Istituto di Erancia - *Parigi.*

Bunsen Dott. **Roberto Guglielmo** Consigliere aulico; Professore di Chimica e direttore dell' Istituto chimico nell' Università di *Heidelberg;* Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze fisiche, matematiche e naturali della R. Università di Bologna; Membro onorario dell' I. Accademia delle scienze di Vienna; Membro straniero della R. Accademia delle scienze di Berlino e della Società R. di Londra; Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze, della R. Accademia Danese di scienze e lettere, e della R. Società delle scienze di Göttingen; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei, della R. Società di Napoli, della R. Accademia delle scienze di Torino, e della Società Italiana dei XL.

Daubrée Gabriele Augusto Direttore onorario della Scuola Nazionale delle Miniere; Professore di Geologia al Museo di Storia naturale di Parigi; Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze fisiche, matematiche e naturali della R. Università di Bologna; Membro dell' Istituto di Francia; Membro onorario della Società Geologica del Belgio; Corrispondente della R. Accademia Danese di scienze e lettere e della R. Società delle scienze di Göttingen; Membro straniero della Società R. di Londra, della R. Accademia dei Lincei, e della R. Accademia delle scienze di Torino - *Parigi.*

Flower Prof. **Guglielmo Enrico** Membro della Società R. di Londra; Direttore del Dipartimento di Storia naturale al *British Museum* - *Londra.*

Gaudry Dott. **Alberto** Membro dell' Istituto di Francia; Professore al Museo - *Parigi.*

Hooker Sir **Giuseppe Dalton** Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze fisiche, matematiche e naturali della R. Università di Bologna; Vice-Presidente della Società R. di Londra; Membro corrispondente della R. Accademia delle scienze di Berlino, della R. Accademia Svedese delle scienze, della R. Accademia delle scienze di Amsterdam, della R. Accademia Danese di scienze e lettere, della R. Società delle scienze di Göttingen; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei, della R. Accademia delle scienze di Torino e della R. Accademia delle

scienze, lettere e belle arti di Palermo; Direttore dei *Royal Kew Gardens* - *Londra.*

Huxley Prof. **Tommaso** *Londra*; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei.

Leydig Dott. **Francesco** Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze fisiche, matematiche e naturali della R. Università di Bologna; Professore d' Anatomia comparata nella Università di *Würzburg;* Ordinario emerito dell' Università di Bonn; Membro corrispondente della R. Accademia Danese di scienze e lettere.

Pautier G. P. Guglielmo - *Parigi.*

Philippi Rodolfo Armando Socio corrispondente della R. Accademia delle scienze di Torino - *Santiago del Chili.*

Renard Dott. **Carlo** Consigliere privato; Presidente dell' I. Società di naturalisti di *Mosca.*

Schrauf Dott. **Alberto** Professore di Mineralogia nell' Università di *Vienna;* Membro corrispondente nazionale dell' I. Accademia delle scienze di Vienna.

Schwendener Prof. **Salvatore** - *Berlino.*

Sclater Filippo Lutley Socio corrispondente della R. Accademia delle scienze di Torino; Segretario della Società Zoologica di *Londra.*

Steenstrup Prof. **Gio. Japetus Smith** Professore di Zoologia nell' Università di *Copenaghen*; Membro della R. Accademia Danese di scienze e lettere; Membro straniero della Società R. di Londra, e della R. Accademia dei Lincei; Membro corrispondente della R. Accademia delle scienze di Berlino, della R. Accademia Svedese delle scienze e della R. Società delle scienze di Göttingen; Membro onorario della Società geologica del Belgio.

Zittel (von) Prof. **Carlo Alfredo** Direttore del Museo di Paleontologia di *Monaco;* Socio straniero della R. Accademia dei Lincei.

SEZIONE TERZA

Medicina e Chirurgia.

Beale Dott. **Lionello Smith** Professore di Medicina pratica e già di Fisiologia e d'Anatomia Patologica nel King's College di *Londra*; Corrispondente straniero dell'Accademia R. di Medicina del Belgio; Membro della Società R. di Londra.

Bergh Prof. **Rodolfo** Medico primario nell'Ospedale di *Copenaghen.*

Billroth Dott. **Teodoro** Consigliere Aulico; Professore di Chirurgia e di Clinica chirurgica nell'Università di *Vienna;* Dottore *honoris causa* della Facoltà di Medicina della R. Università di Bologna; Membro dell'I. Accademia delle scienze di Vienna; Membro onorario straniero dell'Accademia R. di Medicina del Belgio; Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze.

Braun de Fernwald Cav. Prof. **Carlo** - *Vienna.*

Gurlt Dott. **E. F.** Professore di Chirurgia all'Università di *Berlino.*

Holmes Prof. **T.** - *Londra.*

Hyrtl Dott. **Giuseppe** Consigliere Aulico; Professore emerito di Anatomia nell'Università di Vienna; Membro dell'I. Accademia delle scienze di Vienna; Socio corrispondente della R. Società delle scienze di Göttingen - *Perchtoldsdorf,* Südbahn (Austria).

Janssens Dott. **Eugenio** Membro titolare dell'Accademia R. di Medicina del Belgio; Ispettore Capo del servizio d'Igiene della città di *Bruxelles.*

Koch Prof. **Roberto** Consigliere intimo Medico; Direttore *honoris causa* della Facoltà di Medicina della R. Università di Bologna; Corrispondente straniero dell'Accademia R. di Medicina del Belgio, e della R. Accademia delle scienze di Torino - *Berlino*

Köllicker (von) Dott. **Alberto** Dottore *honoris causa* della Facoltà di Medicina della R. Università di Bologna; Membro corrispondente della

R. Accademia delle scienze di Berlino e della R. Accademia delle scienze di Torino; Membro straniero della Società R. di Londra e Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze, della R. Accademia Danese di scienze e lettere, e della R. Società delle scienze di Göttingen; Professore di Anatomia nella Università di *Würzburg.*

Leyden Prof. **E.** - *Berlino.*

Lister Prof. **Giuseppe** Dottore *honoris causa* della Facoltà di Medicina della R. Università di Bologna - *Londra.*

Martin Dott. **Eduardo** - *Berlino.*

Pasteur Prof. **A. M. Luigi** Dottore *honoris causa* della Facoltà di Medicina della R. Università di Bologna; Membro dell' Istituto di Francia e dell' Accademia Francese; Membro onorario straniero dell' Accademia R. di Medicina del Belgio, della R. Accademia Svedese delle scienze, della R. Accademia delle scienze di Amsterdam, e della R. Accademia Danese di scienze e lettere; Membro straniero della Società R. di Londra; Corrispondente straniero dell' I. Accademia delle scienze di Vienna; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei; Professore onorario della Facoltà di scienze di *Parigi.*

Ranvier Prof. **Luigi** Dottore *honoris causa* della Facoltà di Medicina della R. Università di Bologna; Corrispondente straniero dell'Accademia R. di medicina del Belgio; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei - *Parigi.*

Retzius Dott. **Magnus Gustavo** Dottore *honoris causa* della Facoltà di Medicina della R. Università di Bologna; Professore di Anatomia nell' Istituto Carolinico di *Stoccolma;* Membro della R. Accademia Svedese delle scienze, della R. Accademia Danese di scienze e lettere; Corrispondente della Società R. delle scienze di Göttingen.

Robin Prof. **Carlo** - *Parigi.*

Schiff Prof. **Maurizio** Cav. ⚜; Dottore *honoris causa* della Facoltà di Medicina della R. Università di Bologna; Membro onorario straniero dell' Accademia R. di Medicina del Belgio; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei - *Ginevra.*

Virchow Dott. **Rodolfo** Professore di Patologia generale e di Anatomia Patologica nella Università di *Berlino*; Dottore *honoris causa* della Facoltà di Medicina della R. Università di Bologna; Socio ordinario della R. Accademia di Berlino; Membro straniero della Società R. di Londra; Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze e della R. Accademia delle scienze di Amsterdam; Membro onorario straniero dell' Accademia R. di Medicina del Belgio, della R. Accademia dei Lincei, della R. Accademia delle scienze di Torino, e della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena - *Berlino.*

ACCADEMICI DEFUNTI NEGLI ANNI 1892-93 E 1893-94

Corradi Comm. Prof. **Alfonso,** Accademico onorario della Sezione di Medicina, morto in Pavia il 28 Novembre 1892.

Owen Sir **Riccardo,** Accademico corrispondente straniero, morto il 19 Dicembre 1892 a Sheen Lodge nel parco di Richmond.

De Candolle Prof. **Alfonso,** Accademico corrispondente straniero, morto a Ginevra il 4 Aprile 1893.

Passerini Comm. Prof. **Giovanni**, Accademico corrispondente nazionale, morto a Parma il 17 Aprile 1893.

Moleschott Senatore Comm. **Jacopo,** Accademico corrispondente nazionale, morto in Roma il 20 Maggio 1893.

Razzaboni Comm. Prof. **Cesare,** Vice Presidente dell' Accademia, morto in Bologna il 28 Luglio 1893.

Rivolta Cav. Prof. **Sebastiano,** Accademico corrispondente nazionale, morto a Torino il 14 Agosto 1893.

Charcot Prof. **Giovanni Martino,** Accademico corrispondente estero, morto il 15 Agosto 1893.

Scacchi Comm. Prof. **Arcangelo,** Accademico corrispondente nazionale, morto in Napoli il 12 Ottobre 1893.

Hertz Dott. **Enrico Rodolfo,** Accademico corrispondente straniero, morto a Bonn il 1 Gennaio 1894.

Van Beneden Prof. **Pietro Giuseppe,** Accademico corrispondente straniero, morto a Lovanio l' 8 Gennaio 1894.

Gualandi Dott. **Giovanni,** Accademico onorario della Sezione di Medicina e Chirurgia, morto in Roma il 19 Gennaio 1894.

ETEROCARPIA ED ETEROMERICARPIA
NELLE ANGIOSPERME

MEMORIA

DEL

PROF. FEDERICO DELPINO

(Letta nella Sessione del 26 Novembre 1893).

§ I. - Preliminari.

Posto che i frutti nelle piante superiori sono indubitabilmente apparecchi designati alla duplice funzione di promuovere la dispersione dei semi e di proteggere gli embrioni in essi racchiusi dalle offese degli agenti esterni, è per sè manifesta, se non la necessità, almeno la convenienza che in ogni singola specie di piante tutti quanti i semi e pericarpii da essa prodotti sieno assolutamente uguali gli uni agli altri, e abbiano tutti in egual misura gli stessi caratteri rispondenti alle due funzioni sovrindicate.

A questo concetto *a priori* risponde fino ad un certo punto la realtà; perocchè la gran maggioranza delle angiosperme è data da specie isocarpiche ed isomericarpiche.

Diciamo specie isocarpiche quelle dove tutti i frutti somigliano perfettamente l'un l'altro, e specie isomericarpiche quelle fornite di lomenti, sterigmi, polachenii, i quali a maturità si disarticolano in pezzi, l'uno all'altro uguali nei caratteri di forma, di funzione e di destinazione. Di queste specie isomericarpiche abbiamo numerosi esempi nei generi *Malva, Althaea, Geranium, Euphorbia, Alisma, Ranunculus, Coronilla, Hedysarum* ecc.

Ma ogni legge ha la sua eccezione. E invero contro la generalità delle specie isocarpiche e isomericarpiche, si notano quà e colà, in diverse famiglie, esempi notabilissimi di specie eterocarpiche ed eteromericarpiche. Nelle eterocarpiche i frutti sono diversi gli uni dagli altri e cadono in due, tre e talvolta perfino quattro forme distintissime. Nelle specie eteromeri-

carpiche i frutti sono tra lore uguali, ma allorchè avviene la disarticolazione o deiscenza, in ogni singolo frutto i pezzi o i carpidii differiscono notevolmente gli uni dagli altri per caratteri di forma, di funzione e di destinazione.

Tali fenomeni di eterocarpia e di eteromericarpia che a primo aspetto si presentano come anomalie e incongruenze, non poterono a meno di attirare l'attenzione di parecchi tra quei naturalisti, che, seguendo l'indirizzo attuale della scienza, non si contentano di considerare semplicemente le forme organiche, ma vogliono indagare eziandio l'origine e le cause loro.

Cosi, in questi ultimi anni, parecchie pubblicazioni si occuparono di quest'ordine di fenomeni, fra cui primeggiano le seguenti, che riferiamo per ordine di tempo ; e cioè :

Friedr. Hildebrand, *Die Verbreitungsmittel der Pflanzen,* 1873, p. 116.

Axel W. Lundström, *Pflanzenbiologische Studien,* II, 1877, pag. 73-77.

Fed. Delpino, *Note ed osservazioni botaniche,* Decuria II, 1890, p. 10-13.

E. Huth, *Ueber geokarpe, amphikarpe und heterokarpe Pflanzen,* 1890, pag. 8-9 e passim.

Hildebrand (l. c.) si limita a citare tre casi ; uno di spiccata eterocarpia offerta dalle specie del genere *Calendula,* ove in ogni singola calatide nota due forme di achenii, gli uni sviluppati in un apparecchio dilatato cimbiforme adatto al trasporto mediante il vento, gli altri sviluppati in un apparecchio munito di tubercoli appiccicanti destinati ad attaccarsi alla lana o alle piume di animali. Il secondo caso implica eteromericarpia e si riferisce al diachenio d' un' ombrellifera, *Dimetopia pusilla,* di cui un mericarpio munito d'organi appiccicanti accenna ad eriofilia (1), l'altro invece a superficie liscia e dilatato in ala accenna ad anemofilia. Il terzo caso, che implica pure eteromericarpia, si riferisce alla *Commelina coelestis* e ad altre specie di tal genere, ove delle tre loggie ovariane, due sono deiscenti, e lasciano uscire i loro semi, mentre la terza loggia monosperma, non si apre giammai ed orlata da una porzione delle pareti delle loggie deiscenti, prepara un apparecchio alato designato alla traslazione mediante il vento.

Ancora più circoscritte sono le ricerche di Lundström (l. c.). Si riferiscono al caso di eterocarpia dei generi *Calendula* e *Dimorphoteca,* dove l'autore segnala tre forme di achenii (una in più di quelle ammesse da Hildebrand); achenii cioè dilatati ed anemofili; achenii più ristretti od allungati muniti di organi appiccicanti, epperò eriofili; e finalmente achenii

(1) Questo vocabolo che merita di essere adottato è stato proposto dal Signor Ett. Mattei, ed è applicabile a quelle piante i cui frutti muniti d'organi appiccicanti, sono in correlazione con animali (pascolanti) forniti di vello.

piegati ad anello e corrugati, imitanti curiosamente larve d' insetti. Questi ultimi l'autore considera come designati ad essere inghiottiti e disseminati da uccelli insettivori.

Huth (l. c.) abbraccia nei suoi studii una maggior quantità di specie eterocarpe; cioè considera molte eterocarpe propriamente dette; poscia le specie anficarpiche, vale a dire che producono frutti sotterranei e frutti aerei, i quali naturalmente o poco o tanto differiscono gli uni dagli altri. Le cause che assegna alla eterocarpia sono o la funzione protettiva (per i frutti ipogei) e, per i frutti epigei, quando la anemofilia, quando l'eriofilia.

Huth non ha posto grande attenzione al fenomeno della eteromericarpia che fonde con quello stesso della eterocarpia. Per altro cita almeno due specie eteromericarpiche, cioè la *Torilis nodosa* e la *Turgenia heterocarpa*.

Il breve studio pubblicato da me (l. c.) considera soltanto la eterocarpia delle specie ipogeocarpiche, e quella che si rivela in alcuni affini generi di cicoriacee (*Thrincia, Seriola, Zacyntha, Crepis, Hyoseris* e *Geropogon*). Non è preso in considerazione nessun caso di eteromericarpia. Come si vede il materiale delle osservazioni è scarso; malgrado ciò, colpito profondamente dai fenomeni osservati e guidato da una retta induzione, ebbi a rilevare una causa della eterocarpia, ben più estesa a generale di quelle proposte dai tre succitati autori; e tale anzi da dominarle tutte e a sè completamente subordinarle.

Persuaso della verità delle mie conclusioni, proseguii i miei studii in proposito, estendendoli anche alle piante eteromericarpe. Esaminai accuratamente tutte le specie eterocarpe ed eteromericarpe che potei procurarmi, e vidi moltiplicarsi da ogni parte conferme delle mie precedenti conclusioni, e quindi ho divisato di produrre un lavoro esteso su tale argomento, sperando di aggiungere per esso alla fisiologia e biologia vegetale parecchie cognizioni importanti.

Intanto pigliamo il punto di partenza dal mio scritto, qui riportando per intiero le conclusioni già da me formulate (l. c. pag. 10, 11).

« Non basta che le piante maturino i semi. Conviene che questi a tempo opportuno si stacchino e riproducano la specie a maggiore o minore distanza dalla pianta madre.

« La disseminazione non può avere per iscopo la dilatazione geografica. Bensì la dilatazione geografica è un effetto non intenzionato della dispersione locale; e tanto più la dilatazione geografica sarà rapidamente effettuata, quanto più, *caeteris paribus*, sarà maggiore la distanza a cui possono da agenti esterni essere trasferiti i semi. Data un'isola deserta e dato che vi pervengano semi di *Vicia* e di *Capsella Bursa*, la seconda sarà di gran lunga più rapidamente dilatata. Ma non bisogna perdere di vista che anche la *Vicia* potrà a poco a poco conquistare tutto il territo-

rio; e allora entrambe le specie, rispetto alla dilatazione geografica, sono da ultimo totalmente pareggiate, sebbene l'una sia sfornita d'ogni rapido mezzo di traslazione dei semi.

« Tutto ciò conferma che la dilatazione geografica non può essere scopo della disseminazione; e dà ampiamente ragione del fatto, in apparenza contradditorio, che alcune specie, molto sfavorite sotto il rapporto di una rapida disseminazione, pure hanno un'area geografica di gran lunga più estesa d'altre specie, i cui semi, o immersi in polpa commestibile, o muniti di ale, di pappi, di uncini, sono disseminati a grandi distanze colla maggior facilità.

« La disseminazione adunque non è che una dispersione locale. Ma si debbono distinguere due dispersioni, una a piccolissima e quasi nulla distanza, l'altra a distanza più o meno considerevole. Entrambe sono utili, l'una per occupare i punti vicini, l'altra per occupare i punti lontani. E si vede che nelle piante vi sono predisposizioni per l'una o per l'altra dispersione.

« Infatti le specie i cui semi hanno singolari disposizioni per volare, o che pure hanno uncini, o infine frutti commestibili è chiaro che provvedono nello stesso tempo all'una e all'altra dispersione.

« Vi provvede fino a un certo punto lo stesso cocomero asinino, perchè quando il frutto, staccandosi, agisce come una siringa, i semi sono slanciati in modo che formano un vero trascico in linea retta, alcuni vicinissimi, alcuni più distanti. E lo stesso dicasi dei semi di tutt'altra specie fornita di disseminazione autodinamica.

« È stato già segnalato che le capsule ricche di piccoli e leggieri semi (*Papaver, Antirrhinum, Campanula, Nicotiana, Oenothera,* ecc.), sono rigidamente erette, in modo che la disseminazione è alquanto difficoltata. È questa una disposizione acconcia oltremodo per provvedere a una longinqua e a una prossima disseminazione, a tenore della forza evellente del vento. Il quale se è debole trascina alcuni semi, li abbandona in tutta vicinanza, se è forte o fortissimo, li trasporta a grandi distanze.

« Ma in tutto questo non vi è fin qui divisione di lavoro. È meritevole l'attenzione di quelle specie ove la divisione del lavoro si è effettuata; vale a dire che producono due maniere di semi, gli uni destinati a grandi distanze, gli altri assegnati a germinare in tutta prossimità. Allora per lo più il fenomeno è consociato a diversità di fecondazione, omogama per i semi assegnati a luogo di tutte prossimità, staurogama per i semi assegnati a essere disseminati a grande distanza.

« Molte piante ipocarpogee producono due maniere di fiori e di frutti; gli uni epigei e staurogami, i cui semi per maturare all'aperto possono essere trasferiti a distanza; gli altri ipogei necessariamente omogami

(e cleistogami), i cui semi necessariamente non possono essere trasferiti a nessuna distanza ».

« La suaccennata divisione di lavoro non può essere più chiaramente manifestata ».

Ed è per l'appunto una consimile divisione di lavoro che ha prodotto la maggior parte dei casi di eterocarpia ed eteromericarpia, i quali verranno, pianta per pianta, riferiti e discussi nelle seguenti pagine, utilizzando a tale scopo non solo le mie osservazioni, ma quelle eziandio degli autori succitati.

§. II. - Cicoriacee eterocarpiche.

Helminthia echioides Gaertn.

Nelle Cicoriacee abbiamo parecchi interessanti casi di eterocarpia in non pochi generi e specie; ma fra tutte la più importante è la eterocarpia dell' *Helminthia*.

La serie più interna dei filli dell'involucro calatidiano consta di circa otto organi ventricoso-carinati, i quali, nella loro cavità ventricosa, albergano, anzi racchiudono un'achena designata a non staccarsi giammai dalla pianta, salvochè per marcescenza, e si disvelano così per achene ragadioloidi (1), esercenti la funzione della disseminazione *in loco*. Le altre e molto più numerose achene del disco sono libere, prontamente disgiungibili, adatte a volare, mediante un pappo stipitato, sotto l'impulso di quei venti che più o meno forti valgano a distaccarli dal ricettacolo calatidiano. Esse pertanto provvedono ad una disseminazione longinqua.

Le achene ragadioloidi grandemente differiscono dalle achene libere, e qui le differenze si manifestano in guisa tale che è sommamente interessante ed istruttiva la loro comparazione, e viene in luce una concatenazione di caratteri e di relative funzioni che porta a conclusioni importanti.

Parallelo tra le achene ragadioloidi e le libere. Quest'ultime sono impian-

(1) La distinzione di achene *ragadioloidi*, involute entro una brattea, connesse perciò stabilmente colla pianta, da non potersene liberare, se non che per un processo di marcescenza; e di achene libere, anemofile, è puro effetto della legge della divisione del lavoro da noi enunziata. Il genere *Rhagadiolus* è instruttivo in proposito. Senza dubbio esso è una progenie derivata da una Cicoriacea eterocarpa (non molto dissimile per avventura alla *Seriola aetnensis*) in cui la divisione del lavoro si è estinta, scomparvero le achene designate alla disseminazione longinqua, e soltanto rimasero quelle designate alla disseminazione *in loco*. Questo fenomeno d'estinzione di funzione concretato nel genere *Rhagadiolus*, autorizza l'appellativo di ragadioloidi a tutte quelle achene che nelle Cicoriacee eterocarpee provvedono alla disseminazione *in loco*.

tate su larga base, in curve, convesse all'esterno, concave dalla parte interna, quindi a sezione triangolare, liscie dalla parte della curvatura, pelose dall'altra parte, d'un colore biancastro sordido. Lo stipite del pappo e il pappo sussistono ancora, ma lo stipite é più breve della metá e il pappo è più breve e mal conformato; esso é un organo inutile; perpetuasi ancora per causa ereditaria, giacché non puó esercitare la sua funzione.

Gli altri achenii sono diversissimi in tutto. Sono anch'essi sessili, ma a base ristretta, sono retti e punto incurvi; di figura cilindrica un poco compressa; di un colore vivo testaceo-rossastro; assolutamente lisci, e da ogni parte scolpiti da rughe trasversali subparallele più rilevate verso l'apice. Lo stipite é assai lungo; più lungo il pappo, assai meglio elaborato e sviluppato.

Per ció che spetta alla diversitá della funzione disseminativa, i sovradetti caratteri sono per sè chiari e non abbisognano di commento.

Resta peró a dichiarare la funzione dei caratteri di colorito e superficie delle achene del disco o anemofile. La differenza per veritá è saglientissima. Mentre gli achenii ragadioloidi, di color pallido, incospicui, hanno una superficie che non offre nulla di singolare, gli achenii del disco invece, oltre essere d'un lucente color testaceo, sono in maniera curiosa solcati trasversalmente, in guisa da somigliare dei piccoli coleotteri.

Cosiffatta differenza che è tanto pronunziata giustifica la induzione che non piccolo deve essere il suo significato funzionale. Abbiamo qui certamente un fenomeno da aggiungersi a quei tanto numerosi che oramai nell'uno e nell'altro regno organico si conoscono sotto il nome di mimismo, e che generalmente hanno una funzione protettiva. E se parecchie farfalle, e numerosi ortotteri (*Phyllium, Bacillus* ecc.) hanno per mimesi protettiva imitato forme vegetali, non deve parere strano che i semi di molte piante siano diventati entomomorfi, ed abbiano imitato corpi d'insetti adulti, o anche larve e crisalidi.

E nel caso attuale si comprende come siffatto mimismo torni inutile per gli achenii periferici destinati a rimanere sempre affissi alle piante, e possa invece prestare grande utilitá agli acheni del disco, dopo che sono stati disseminati dal vento.

Non é ora tempo di discutere il probabile significato di cosiffatti mimismi. Ci riserbiamo di trattare tale argomento, verso la fine di questo lavoro, in apposito paragrafo, riferendo le varie opinioni state addotte in proposito e discutendole.

Il caso della eterocarpia di *Helminthia* é uno dei più interessanti per la nitidissima e razionale distinzione delle achene designate alla disseminazione *in loco* da quelle designate alla disseminazione a distanza. Citeremo ora altri esempi ove tal distinzione é meno pronunziata, e non pertanto sono meritevoli di studio.

Barkhausia alpina L.

Le calatidi sono assai grosse, lageniformi. — L'involucro interno costituito da circa 13 brattee o squame ventricoso-carinate involge altrettante achene differenziate congruamente per la disseminazione *in loco*. Le achene del disco hanno i soliti caratteri corrispondenti alla disseminazione longinqua per mezzo del vento.

Le achene della circonferenza ossia ragadioloidi, quantunque provviste di stipite equilongo e di pappo quasi egualmente sviluppato offrono per altro notevoli diversità.

In primo luogo verso la base sono innestate colle relative squame, in guisa che offrono una grande resistenza alla disarticolazione; e per distaccarle bisogna rompere per un lungo tratto un tessuto assai tenace. Così è chiaro che nessuno degli agenti soliti può trasportare cosifatte achene, le quali restano necessariamente aderenti alla pianta finchè questa marcisca.

Diversificano per la figura. Esse sono incurvate, quadrilatere, compresse nel senso radiante. La porzione loro che risponde al carpidio interno è biancastra, peloso-tomentosa, la parte che risponde al carpidio esterno, è di colore più carico, carinata, pelosa.

Le dimensioni sono maggiori. Anche l'embrione è più voluminoso. Il pappo al menomo urto si stacca.

Caratteri opposti dominano nelle achene del disco. Sono affatto prive di peli, di color giallo bruno, longitudinalmente multistriate con strie osperate da denticoli brevissimi in su volti. Sono esili, fusiformi, munite di rostro lungo e sottile. Si disarticolano con gran facilità. Il pappo è attaccato più solidamente.

In complesso, quantunque siano in qualche grado entomomorfe, per altro hanno caratteri che accennano a un parziale seppellimento dei semi.

Crepis Dioscoridis L.

L'involucro si distingue per essere globulare e non ovoide, e ciò è in collegazione col carattere generico della mancanza di stipite al pappo. La serie interna è costituita da circa 13 scaglie, grossamente e duramente carinate nella parte interna e concava, in cui sono solidamente infisse altrettante achene ragadioloidi.

La differenza tra queste e quelle del disco è molto bene pronunziata; esse sono incurve, triquetre, liscie, indisgiungibili, per cui restano sempre fino a marcescenza attaccate alla pianta. Sono per verità munite di pappo;

ma questo cade con tutta facilità, e viste le contingenze, si rivela per un organo affatto inutile.

Le achene del discò poi saltano agli occhi pel loro vivace colore. Sono subtriquetre e solcate longitudinalmente da circa nove coste trasversalmente intaccate in guisa che ognuna di esse ha un' apparenza d' un minuscolo scarabeo. I loro caratteri mi sembra che portino piuttosto alla mimesi che al seppellimento dei semi, al rovescio che nel caso precedente. Infatti nella *B. alpina* gli achenii del disco premuniti d' un lungo e solido rostro, e colle loro coste asperate da denticoli (sursum versis) sono mutate in aste destinate a penetrare innanzi senza poter dare addietro (1); mentre qui la forma di asta non ci è, attesa la mancanza dello stipite e la brevità degli achenii.

Barkhausia foetida D. C.

Anche questa specie presenta interessanti ed istruttive varianti.

La calatide, in istato di fruttificazione, per la forma è simile a quella della *B. alpina*, ma è più piccola. L' involucro interno è costituito parimenti da circa tredici squame carenato-ventricose, a ciascuna delle quali risponde dalla parte interna o concava un' achena di quelle che restano sempre unite alla pianta (ragadioloide).

Le achene del disco sono astiformi con stipite molto lungo di colore castagno chiaro, longitudinalmente lineate con linee poco rilevate e trasversalmente intaccate. Al menomo urto esse si disarticolano dal ricettacolo e il pappo invece resiste non poco. Gli intaccamenti trasversali degli acheni, massimamente quelli più rilevati del rostro e dello stipite, accennano piuttosto alla funzione del seppellimento dei semi anziché a mimesi.

Le achene destinate alla riproduzione *in loco* sono eguali pel colore e poco dissimili per la forma da quelle del disco. Ma la funzione loro propria qui si è accentuata in tutt' altra maniera; nei casi precedenti le ragadioloidi erano ricoverate nella cavità delle squame rispettive. Qui sono qualche cosa di più; esse sono convolute ed abbracciate dalla rispettiva squama; quindi dagli agenti esterni soliti non possono essere distaccate da essa. Quanto alla forma resta solo la differenza dello stipite molto abbreviato e del pappo caduco con maggior facilità. — In questa e nelle precedenti specie ho fatto rilievo che in alcune calatidi le achene del disco sono tutte sterili, in altre sono fertili e in parte sterili. Per contrario e senza

---

(1) Se si prende uno di questi achenii e si fa strisciare sui labbri, si fa sentire chiara l' azione dei denticoli retrorsi, parendo asperrimi in un senso e lisci nel senso opposto.

eccezione, in ogni calatide le achene ragadioloidi sono sempre mai fertili e sovente un po' più grosse.

Da tutto ciò è lecito arguire che la fecondazione delle achene del disco è staurogamica (e perciò eventuale), mentre omogamica (e perciò indefettibile) è la fecondazione delle achene periferiche.

Così anche in queste piante si ritrova confermata la legge già da noi enunziata che generalmente i caratteri della disseminazione *in loco* sono consociati col carattere della omogamia, mentre i caratteri della disseminazione a distanza sono consociati col carattere della staurogamia.

Le altre specie di *Crepis* che ho esaminato (*Crepis pulchra, C. virens, C. setosa*) non sono eterocarpiche.

Thrincia hirta Roth.

Assai pronunziata è la eterocarpia in questa specie che per un *lapsus memoriae* nella nostra antecedente nota fu male ascritta al genere *Robertia*. Gli otto filli involucrali più interni di ogni calatide nella loro concavità ricoverano altrettante achene designate alla disseminazione *in loco*. Le rimanenti numerose achene del disco sono, mediante il vento, designate alla disseminazione a distanza.

Questa destinazione diversa implica una razionale differenza di caratteri.

Le achene della periferia non sono veramente avvolte dalle rispettive brattee, per altro sono impiantate assai solidamente sul talamo; per lo che è richiesto notevole sforzo e la rottura del tessuto per operarne il distacco. Il loro pappo non è evoluto e rimane in uno stato rudimentale sotto forma di calicetto breve improprio a fungere da ala. Sono assai più grosse, più tozze e più brevi, presentano alcuni caratteri di mimismo entomomorfico (essendo striate longitudinalmente e corrugate trasversalmente), e mancano di denticoli o di altra prominenza. Il loro colore è più pallido.

Le achene del disco invece si distaccano al menomo urto, sono munite di pappo piumoso, a setole dilatate verso il basso; hanno un breve rostro fungente da stipite; sono più leggiere ed esili; hanno un colore testaceo vivo, e munite essendo di strie longitudinali e trasversali, non che di denticoli rivolti in su, mostrano di riunire caratteri di mimismo entomomorfico a quelli utili per farle penetrare nel terreno.

Le calatidi quando sono mature, si espandono, in guisa che gli otto filli involucrali e le incumbenti achene ragadioloidi assumono una figura stellata. Il disco è ben presto spogliato dal vento di tutte le achene papposе, rimanendo per settimane e mesi affisse alla pianta le otto achene periferiche, con perfetta dimostrazione della legge di divisione del lavoro nella disseminazione, in parte locale, in parte longinqua.

Seriola aetnensis L.

Anche questa specie é interessante a studiarsi sotto l' aspetto della eterocarpia; perché quando si guarda una calatide ultramatura già sono state rapite dal vento le achene del disco, mentre le achene periferiche rimangono sulla pianta restando quasi completamente involute dalla rispettiva sottostante brattea. Queste achene meritano davvero il nome di ragadioloidi, perché somigliano tanto nell' abito a quelle del *Rhagadiolus stellatus,* che se si riguardasse a tale specie solo nel tempo della inoltrata maturità, ossia dell' incipiente disseccamento, si direbbe a primo aspetto una specie particolare del genere *Rhagadiolus.*

Le achene del disco sono prolungate in un lungo becco o stipite coronato da un pappo composto di peli dilatati in basso, piumosi all' apice. Le stesse sono di un color vivace castagno, trasversalmente intaccate con incisioni annulari e dentiformi *sursum versis,* in modo tale che ogni achena puó bene esercitare il doppio ufficio di asta conficcatrice nel terreno e di mimismo entomomorfo.

Le achene ragadioloidi sono un poco piú grosse, d' un colore ancora piú vivo e piú cupo, d' apparenza d' un bacherozzolo ossia vermicolare; hanno peró un rostro molto piú breve, e un pappo assai meno sviluppato e piú caduco. Anche qui molte delle achene del disco rimangono sterili, mentre fertili sono quasi tutte quelle della periferia.

Si dirá a che cosa servono i caratteri entomomorfi delle achene involute? Forse é un pleonasmo, ma é un pleonasmo che non guasta, perché essendo le achene ragadioloidi un poco scoperte alla base, dall' apertura della convoluzione traspariscono i caratteri mimetici, con possibile ufficio protettivo.

Zacyntha verrucosa Gaertn.

Dimorfocarpa in modo insigne é questa specie. Le achene periferiche ragadioloidi (sempre fertili) sono circa otto, e da una squama crassissima, cimbiforme, dura, sono certamente fino a marcescenza custodite con amplesso indissolubile. Le dieci o quindici achene del disco sono munite di pappo piumoso; di colore testacco, striate in lunghezza e trasversalmente, disvelano mimismo entomomorfo; si disarticolano con facilità e possono dal vento essere disseminate a distanza.

In parecchie calatidi, fertili essendo le achene ragadioloidi, ho trovato sterili in blocco le achene anemofile. Indizio quasi certo che la loro fondazione deve essere esclusivamente staurogamica, confermandosi cosí la legge che vi é collegazione da una parte tra la omogamia e la dissemi-

nazione *in loco,* dall' altra parte tra la disseminazione longinqua e la staurogamia. E anche in questa specie si conferma che i semi omogami sono più voluminosi degli staurogami.

Così tale specie dimostra una singolare perfezione della divisione del lavoro disseminativo.

Hedypnois polymorpha D. C.

Le squame dell' involucro più interne, all' incirca nel numero di 13, carinate all' esterno, canalicolate all' interno, nel canalicolo albergano un' achena, la quale è collegata con esse perchè vi ha un tratto basale di aderenza di tessuto che conviene frangere se si vuol separare l' achena stessa.

Le achene del disco più interne ossia le centrali, hanno un rostro alquanto assottigliato in stipite e terminato da un pappo di pochi peli, in basso dilatati e laminari.

Le achene periferiche o ragadioloidi appena si può dire che siano rostrate e sono coronate non da un pappo ma da una brevissima corona di laminette disposte in modo da formare una piccola coppa.

Tra le achene periferiche e le centrali vi hanno due o tre ordini di achene che somigliano quasi totalmente alle periferiche, salvochè non sono in relazione con brattee; hanno anche esse un pappo rudimentario in forma di coppa, e sono tanto tenacemente impiantate che si esige un qualche sforzo per distaccarle, e conviene lacerare una parte del tessuto basale.

Invece le achene centrali che abbiamo già detto essere munite di pappo, si disarticolano facilmente e non vi ha nessun stracciamento di tessuto nel punto della loro disarticolazione.

Salvo questo tutti gli achenii hanno caratteri non molto dissimili. D' un vivo color castagno, subtetraedri longitudinalmente rigati con righe rivestite da laminette acute rivolte in su, hanno così caratteri commisti di protezione e di ipogeismo.

Per tanto in questa specie, la quale in certo qual modo rannoda le sopracitate cicoriacee col genere *Hyoseris*, si è sviluppata una eterocarpia ancora più complicata; poichè le centrali achene sono destinate alla longinqua disseminazione; le rimanenti alla disseminazione *in loco,* colla differenza però che le periferiche sono vincolate doppiamente, e le intermedie un po' meno, ma per disgiunger queste occorre sempre un notevole sforzo.

Le achene intermedie e le ragadioloidi sono assai più grosse delle centrali; ma le abbiamo tutte con pari ragione e proporzione trovate fertili.

Hyoseris radiata L.

Anche in questa specie è accentuata la distinzione di achene periferiche ragadioloidi, persistenti cioè e appoggiate alla relativa brattea, e di achene del disco libere e caduche.

Le squame delle calatidi sono ineguali, ma le 10 o 12 più vigorose, benchè poco concave dalla pagina interna, non ostante trattengono solidamente un' achena, perchè saldata con esse alla base per un certo tratto, in modo che richiedesi qualche sforzo per distaccarle ed è giuocoforza lacerare un tessuto di connessione.

Le achene del disco sono munite di pappo laminaceo, e poichè quest' organo non darebbe per sè molta presa al vento, molte di esse sono marginalmente provviste d' un' espansione alata. Le achene della periferia hanno un pappo molto depauperato e non sono punto provviste di ale marginali. Quando le calatidi sono già da qualche tempo secche, le achene ragadioloidi veggonsi ancora solidamente affisse, mentre quelle del disco tutte quante sono state portate via dal vento.

Spesso si osservano vacue le achene del disco, locchè farebbe supporre anche in questa specie la scissione di achene omogame e staurogame.

Tolpis barbata Willd.

Anche questa specie è distintamente eterocarpica. Circa 12 a 14 delle numerose squame dell' involucro calatidiano, benchè non incavate, prestano appoggio ad altrettante achene destinate a disseminazione *in loco.*

Le rimanenti del disco, uniformi, armate da un pappo di quattro lunghe areste (più atto però a conficcare che a volare) si disarticolano al menomo urto; sono brevi subcilindriche, rigate in lungo, striate in traverso, liscie, anzi lucide, nerastre (mimesi di piccoli coleotteri).

Caratteri diversi dominano nelle achene periferiche. La forma press' a poco e le dimensioni sono le stesse; ma 1° il colore tende al bruno; 2° nonchè liscie sono rivestite da fitti e brevi peli bruno rossastri; 3° sono solidamente impiantate e resistono ad urti di agenti esterni, a meno che non siano assai violenti.

Picridium tingitanum Desf.

Questa specie appalesa un lievissimo principio di differenziazione delle achene periferiche, adiacenti cioè o superincumbenti alle squame dell' involucro. Queste achene, in confronto di quelle del disco sono alquanto più

grosse, più abbreviate, alquanto più infisse, col pappo meno aderente. In conseguenza di tali differenze, per quanto lievi, pure in qualche calatide ultramatura vien fatto di osservare già asportate via dal vento le achene del disco, e ancora quattro o cinque delle periferiche infisse con una certa resistenza all' urto. Giova adunque a questa specie riconoscere un inizio, un primo passo verso la eterocarpia. Presso a poco si comporta egualmente il nostro *Picridium vulgare*. In questo genere tutte le achene hanno segnalatissimi caratteri di mimismo entomomorfo.

Geropogon glabrum L.

In che differisce il genere *Geropogon* dal *Tragopogon?* Le achene circonferenziali, quelle appoggiate (non involute però) alle brattee inferiori dell' involucro, invece di sviluppare un cospicuo pappo piumoso, producono cinque areste che male potrebbero servire per la disseminazione a distanza.

Così in questa specie abbiamo la vera iniziazione biologica e morfologica della eterocarpia nelle cicoriacee. Può ammettersi che dalla forma *Geropogon* come capostipite siano derivati da una parte i generi *Tragopogon, Scorzonera, Lactuca,* ecc., eminentemente omocarpe, e dall' altra parte i generi ragadioloidi succitati, offerenti evoluto in grado minore o maggiore il fenomeno della eterocarpia intesa a provvedere alla doppia disseminazione, *in loco* e a distanza.

È questo forse il miglior criterio per introdurre una razionale classificazione delle cicoriacee.

§ III. - Altre specie eterocarpiche.

Zinnia elegans Iacq.

Anche nella sottofamiglia delle Eliantacee verisimilmente non scarseggiano casi di eterocarpia. Una delle specie più segnalate a questo riguardo è la *Zinnia elegans*, come per altro la potemmo osservare in piante coltivate nei giardini, più o meno soggette ad alterazioni teratologiche.

Nelle vistose calatidi di questa specie il talamo assai grosso e lungamente conico, con fillotassi del sistema principale ad epifanie assai elevate, produce una quantità di flosculi; gli esterni, o circonferenziali, ligulati in quattro o cinque cicli in numero di venti e più; quelli del disco, a corolla tubulosa, in moltissimi cicli dal basso fino all' apice del cono talamico.

La eterocarpia si complica colla produzione di ben tre sorta di achene. *A*) Le achene circonferenziali procedenti da fiori ligulati; *B*) Le achene più esterne procedenti da fiori tubulosi; *C*) Le achene restanti del disco, naturalmente esse pure procedenti da fiori tubulosi.

Queste tre sorta di achene sottostanno a una disseminazione necessariamente diversa.

Tutte e tre peraltro non offrono sensibile differenza quanto al disarticolarsi dal talamo; infatti a maturità completa con lievissimo sforzo si staccano tutte egualmente.

Le achene della forma *A* sono di figura tetragona, ma compressissime, in modo da essere quasi alate. La corolla ligulata, contro il costume di consimili corolle in tutte le altre composte, non si disarticola; è persistente, e, diventando secca, membranacea e piana, resta sempre attaccata alla propria achena. Evidentemente qui abbiamo una disposizione in alto grado anemofila; e se c' immaginiamo un vento impetuoso che colpisca siffatti achenii, ben possiamo prevederne il trasporto a grandi distanze, tanto più che la corolla ligulata essendo impiantata alquanto obliquamente, promuove sotto l' impulso del vento, un moto vorticoso elevatore.

Le achene della forma *B* hanno la corolla caduca; sono tozze e triangolari; le disposizioni anemofile sono ridotte a minimi termini ed è chiaro che servono alla disseminazione *in loco*, poco discostandosi dalla pianta nella loro caduta.

Seguono in gran numero le restanti achene della forma *C*. In queste pure la corolla è caduca. Sono piatti, di figura oblungo-obcordata, e sono cinti ai due margini di una breve ala. Anche queste così dimostrano disposizioni anemofile, ma meno pronunziate che nelle achene della forma *A*. Cosicchè si può ammettere che la loro disseminazione sia intermedia tra la longinqua e la prossima.

Vi sono altre differenze nel pericarpio; il quale nella forma *A* e *B* è scabro, nero e più grosso; nella forma *C* è liscio e delicato.

Tale si appalesa la eterocarpia di *Zinnia*. Tutti i semi sogliono egualmente abbonire, ma i circonferenziali sono alquanto più voluminosi.

Sanvitalia procumbens Willd.

Le achene prodotte dalle calatidi di questa eliantacea cadono in tre forme *A*, *B*, *C*, ordinate dall' esterno all' interno.

Le achene della forma *A* appartengono ai fiori ligulati circonferenziali che sono unisessuali femminei; mentre le forme *B*, *C* si sviluppano da flosculi ermafroditi; ma le achene *B* stanno alla periferia, le achene *C* nel disco.

Le achene della forma *A* sono tozze, triangolari, senza il menomo accenno d' ala, munite all' apice da tre spine, due retrorse, una diretta davanti. La loro superficie è opaca, e non presentano nessun carattere che possa alludere a mimismo.

Le achene della forma *B* sono quasi fusiformi ma un poco compresse, munite da uno o qualche volta da due rudimenti d' ala. La loro caratteristica principale è che sui due dorsi, tra l' una e l' altra ala, presentano nella superficie una quantità di tubercoli pustuliformi bianchi o giallastri.

Le achene della forma *C*, che vincono in numero le altre, occupano tutto il disco; e sono assai compresse e marginate da due ale.

Poichè questa specie, indigena di paesi più caldi, attesa la brevità delle stati nostre, non si sviluppa che imperfettamente, io non ho potuto intierarmi soddisfacentemente della significazione vera di queste differenze. Soltanto per via d' induzione posso avventurare quanto segue.

Le achene della forma *A* mancano d' ogni carattere mimetico ed anemofilo; quindi verisimilmente sono designate alla disseminazione *in loco*.

Le achene della forma *C* hanno per contro esagerazione di caratteri anemofilici, e sotto questo riguardo ad esse sembra accollata principalmente la disseminazione a distanza remota.

Le achene della forma *B*, più tozze e meno anemofile, di più provviste di tubercoli pustuliformi, verisimilmente esagerarono caratteri di mimismo entomomorfo, e forse sono designate ad operare una disseminazione a distanza intermedia.

Heterotheca Cass.

Le specie di questo genere secondo Cassini avrebbero « achenia radii oblonga, lævia, apice calva (indiziati adunque alla disseminazione *in loco*), disci cuneiformia villosa, papposa (indiziati alla disseminazione a distanza) ». Vedi Huth (l. c. pag. 25). Non avemmo opportunità di osservare queste piante.

Eteropappee.

Cassini così ha denominato un gruppo di alcuni generi di asteroidee, caratterizzato dal produrre achene della circonferenza munite di un pappo diverso da quelle del disco. La *Stenactis annua* e i generi *Heteropappus*, *Minuria* ed altri apparterrebbero a questo gruppo. Vedi Huth (l. c. pag. 25). Non possiamo dire di più in proposito perchè non avemmo occasione di esaminare nessuna di queste specie.

Brachyris dracunculoides D. C.

Di questa specie è detto « Achenia radii fere calva, disci paleis 5-8 persistentibus donata » (Vedi Huth l. c. pag. 25). È verisimile che si tratti della solita differenziazione delle achene periferiche per la disseminazione *in loco*, e delle achene del disco per la disseminazione a distanza.

Heterospermum Cav.

Delle specie di questo genere è detto « achenia difformia; radii erostria calva, disci rostrata biaristata, aristis retrorsum aculeatis ». Vedi Huth (l. c. pag. 25).

Verisimilmente le achene del disco sono eriofile e provvedono con ciò alla disseminazione a distanza, mentre quelle del raggio provvederanno alla disseminazione locale.

Ximenesia encelioides Cav.

A queste specie D. C. assegna i caratteri « achenia disci undique ala cincta, radii aptera rugosa ». Vedi Huth (l. c. pag. 25). Ciò accenerebbe alla solita differenziazione.

Buphtalmum spinosum L.

Le calatidi di questa specie per quanto siano anzichenò piccole, pure producono una grande quantità di flosculi e di achenii, i quali abboniscono con facilità; la produzione procede secondo la fillotassi spirale, e comprende sul talamo o ricettacolo un grande numero di circonvoluzioni.

Ora gli achenii prodotti nelle circonvoluzioni periferiche sono ben diversi da quelli prodotti nelle circonvoluzioni più interne (nella proporzione all'incirca da 1 a 3).

Gli achenii che stanno verso la circonferenza sono lisci, compressi, piani, e di più marginati da un'ala membranosa assai cospicua. Insomma posseggono tutti i caratteri più evidenti in relazione alla disseminazione anemofila. Di più trovandosi alla periferia, meno costretti dalle brattee o paleole talamiche si liberano con molto maggior facilità.

Gli achenii invece situati nelle circonvoluzioni più interne (e sono in maggior numero) non sono punto compressi, ma in sezione si mostrano triangolari quasi semicilindrici, sono affatto sprovvisti d'ali, d'assai più piccola dimensione, muniti di peli rigidi in su rivolti (per favorire eviden-

temente l' approssimazione e penetrazione loro fino al suolo, nell' epoca della germinazione, al che si presta anche la loro aguzza terminazione in basso).

Basta questo per accertare che la disseminazione debba procedere in maniera assai diversa per l' una e per l' altra sorta di achenii. I circonferenziali, eminentemente anemofili, provvedono alla disseminazione a distanza, i centrali invece alla disseminazione locale.

E con facile esperimento si può provare la veracità di queste conclusioni, perchè disponendo sopra un foglio di carta alcuni achenii dell' una e dall' altra sorta, e moderandovi una insufflazione si vede che gli achenii circonferenziali si spargono tutto attorno, laddove i centrali o non si muovono punto oppure poco si scostano.

Anche nelle altre specie di *Buphtalmum* si avrebbe il fenomeno della eterocarpia; ma non avemmo opportunità di osservarle.

Calendula arvensis L.

Il genere *Calendula* è eterocarpico al massimo grado e per questo titolo è degno di essere studiato con speciale attenzione. Un bello e approfondito studio della eterocarpia in questo e nell' affine genere *Dimorphoteca*, è stato recentemente pubblicato da A. N. Lundström (l. c. v. 2. *Ueber verkleidete Früchte* ecc. pag. 73, 1887).

Riferiamo qui le osservazioni nostre che, sebbene in data posteriore, furono fatte indipendentemente da quelle di Lundström. Le une e le altre osservazioni serviranno così di controllo reciproco, e, come quasi sempre in casi consimili, stabilito il parallelo, ne riuscirà una veduta più completa, una più giusta appreziazione del fenomeno.

Una calatide di *Calendula arvensis* mi presentò 31 achene che, partendo dalla circonferenza verso il centro, cadevano in quattro forme *A*, *B*, *C*, *D*.

Undici erano le achene della forma *A*, incurve, munite di larga e sottile ala convesso-concava, foggiate a barchetta provvista di chiglia, con un tramezzo sottile e duro dividente la barchetta in due compartimenti longitudinali. La chiglia poi era armata da una doppia fila di brevi protuberanze coniche munite di peli alquanto uncinati e retrorsi.

Considerando tutti i caratteri di queste achene esteriori, rendesi palese un triplice adattamento anemofilo, idrofilo, eriofilo. Ma dei tre adattamenti i due primi certo prevalgono. Accostate per la chiglia ad un panno, facilmente vi aderiscono, ma poco solida e durevole è la loro presa. Gittate nell' acqua si diportano come un piccolo battello, di forma tanto bene ideata da essere presso a poco insommergibili anche in acqua assai agitata. Esposte alla insufflazione, opportunamente moderata, si spargono intorno con grande prontezza.

Nove erano le achene della forma *B;* più lunghe, più anguste, più incurve. Le ale e la figura cimbiforme scomparvero totalmente, e invece le protuberanze coniche appiccicanti crebbero in numero, in dimensioni; inoltre più numerosi i peli uncinati e retrorsi. Avvicinando tali achene a un fiocco di lana o di cotone vi restavano aderenti con successo di durata e di affissione perfetta. In queste abbiamo dunque scomparsa quasi assoluta dei caratteri idrofili ed anemofili, con grande esaltazione dei caratteri eriofili.

Facevano seguito a queste le achene della forma *C* in numero di sette. Assai diminuite nelle dimensieni, arcuatissime, munite di ala convesso-concava, foggiate perciò a navicella, con chiglia armata di protuberanze appiccicanti, molto fitte sebbene poco lunghe, accennavano a risurrezione dei caratteri idrofili e anemofili, unitamente a conservazione di caratteri eriofili. Differivano insomma da quelle della forma *A* per avere minori gradi di anemofilia ed idrofilia, e un grado d' eriofilia alquanto maggiore.

Da ultimo e nel centro vi erano 4 sole achene della forma *D.* Piccolissime fra tutte, piegate ad anello, mancavano affatto di ala. Nell' esterno della curvatura avevano bensì delle protuberanze assai fitte, ma brevi e punto sviluppate in aste appiccicanti. Avevano dunque eliminati i caratteri anemofili, idrofili, eriofili; ma, per compenso, colla comparsa e collo sviluppo di un nuovo carattere, cioè dell' apparenza vermiforme, dovuta a mimismo entomomorfo.

La giusta interpretazione della complicata eterocarpia di questa specie pare a me che consista nel considerare affidato alle achene vermiformi, poichè veggonsi destituite d' organi di locomozione, l' ufficio della disseminazione *in loco,* ed affidato promiscuamente al vento, all' acqua, al vello degli animali la disseminazione longinqua.

Altre calatidi mi dettero una proporzione alquanto [differente pelle 4 sorta di achene, e in talune mancavano le achene della forma eriofila, beninteso con proporzionale aumento nell' una e nell' altra delle rimanenti forme. Non trovai perciò infirmate le conclusioni precedenti.

Calendula officinalis L.

Trovai le achene di quattro forme, non tenendo conto delle intermediarie, (*A*, *B*, *C*, *D*). Tutte sono arcuate ma molto meno che nella specie precedente. Per ambe le specie poi le forme sono consimili.

Le forme *A* e *B* si tengono promiscuamente alla circonferenza; intermedia nel ricettacolo è la posizione della forma *C*, intima la forma *D.*

Forma A. Cimbiforme alata con carena inerme. La funzione si rileva perciò esclusivamente anemofila ed idrofila.

Forma B. Lunga cilindroide, nella curvatura all'esterno munita di peli appiccicanti. Questo accenna a funzione eriofila quasi esclusiva.

Forma C. Cimbiforme, angustamente alata, con chiglia munita di protuberanza alquanto eriofila.

Forma D. Dimensioni minori, vermiforme, priva d'ale, munita di protuberanze brevi e fitte, non appiccicanti. Funzione mimetica vermiforme.

In altre calatidi trovai la proporzione seguente:

Forma	*A*	N°	4
»	*B*	»	12
»	*C*	»	10
»	*D*	»	18
Oltre		N°	2 forme intermedie fra *C* e *D*
Totale		N°	46

In altre calatidi (non poche) della stessa specie le achene corrispondenti a quelle della forma *A* avevano la chiglia munita di appendici appiccicanti.

Siccome poi tale specie nella coltivazione ha sviluppato una grande quantità di variazioni, così si dànno calatidi ove manca o sovrabbonda una delle tre forme *A*, *B*, *C*, mentre la forma *D*, che non manca giammai, talvolta riempie quasi tutta una calatide.

In conclusione questa specie e la precedente mostrano una eterocarpia tri-quadriforme senza divisione di lavoro quanto a disseminazione *in loco* e *longinqua*, determinata da quattro uffici — anemofilo, idrofilo, eriofilo, mimetico. — Confrontando queste nostre osservazioni e conclusioni con quelle pubblicate da Lundström (l. c.), fra molte concordanze. si rilevano anche parecchie discrepanze che meritano discussione.

In complesso Lundström ammette soltanto tre forme, cioè achene *anemofile* (quelle che hanno figura cimbiforme), achene *appiccicanti* (*Haken-Früchte*), e achene *larveformi* ossia che somigliano a bacherozzoli di microlepidotteri.

In fondo la distinzione di Lundtsröm combina colla nostra, perchè è evidente che tale autore ha fuso in una forma le achene *A* e *C*, le quali per verità possono essere riunite se si riguarda alla figura cimbiforme e alle funzioni, ma che possono essere separate se si riguarda alla loro diversa posizione sul ricettacolo e alle diverse dimensioni.

Una notevole discrepanza consiste nello avere Lundström attribuito caratteri esclusivamente anemofili alle achene che hanno figura cimbiforme. Laddovechè io, appoggiato anche sovra conclusioni dedotte da molte altre piante eterocarpe, credo di meglio appormi al vero, attribuendo

ad esse una perfetta promiscuità di anemofilia ed idrofilia, notando che sovente tutto ciò che tende a diminuire il peso specifico dei semi o frutti rispetto al vento, agisce a meraviglia come galleggiante rispetto all'acqua, quindi, se non sempre, moltissime volte sia per i frutti che per i semi, le funzioni anemofila ed idrofila sono consociate, con tanto maggior vantaggio in quanto che si completano mirabilmente l'una coll'altra.

Infatti dato un seme od un frutto di pianta nata in un pendio (monti, colli, piani inclinati) se sono anemofili e nello stesso tempo idrofili, predomina l'azione dell'acqua nel disseminarli verso il basso, e predomina l'azione del vento per disseminarli verso l'alto e nei punti elevati, non accessibili all'acque fluenti.

Altra e maggiore discrepanza sta nella interpretazione del mimismo entomomorfo che Lundström ravvisa come un mezzo di disseminazione (ornitofila), a cui noi attribuiremmo piuttosto un significato protettivo. Ma di ciò discorreremo meglio in apposito paragrafo.

Dimorphotheca.

Lundström (l. c.) nelle specie di questo genere ravvisa soltanto due tipi di achene, cioè le anemofile e le entomomorfe. Queste ultime invece che a larve di microlepidotteri rassomiglierebbero a bachi di coleotteri segnatamente di curculionidi. Stando alle figure da lui datene, sarebbero mirabilmente somiglianti alle achene pur larveformi del genere *Picridium.* In questa specie a nostro avviso, è bene eseguita la solita divisione del lavoro, per la disseminazione *in loco* effettuata dalle achene larveformi, e per la disseminazione a distanza per le restanti achene idroanemofile.

Ceratocapnos palestina Boiss.

Questa specie è eterocarpica in guisa insigne, come convincesi dalle figure datene da Le Maout e De Caisne (*Traité général de Bot.,* pag. 312).

Ogni racemo produce inferiormente alcuni frutti nuculiformi, e superiormente alcuni frutti più allungati e capsuliformi. Il vero diportarsi dell'una e dell'altra maniera di frutti nell'opera della disseminazione è ancora da sapersi, poichè poco si può rilevare di positivo dalle contradditorie descrizioni dei fitografi.

Per es. Boissier (in *Diagn. plant. orient. novarum,* VIII, pag. 12) dei frutti nuculiformi dice che *sono troncati all'apice e ivi chiusi da un opercolo brevissimo conico umbonato da ultimo disarticolantesi.* Questi frutti sarebbero infine *cito decidui.*

E dei frutti superiori ossia capsuliformi Boissier (l. c.) dice che sono

uno o due (ma le figure del Le Maout e De Caisne portano un numero maggiore), *persistenti, indeiscenti, cinque volte più lunghi, contenenti un seme solitario nero nitidissimo.*

Da questa descrizione discordano poco o molto le altre date da Boissier stesso (*Flora orient.* I, pag. 132), dal Durieu. autore del genere (*Giorn. botan. ital.*) e finalmente da Bentham ed Hooker (*Gen. plant.* v. I).

Comunque sia, fino a più esatte indagini, sembrerebbe che i frutti superiori, ossia capsuliformi indeiscenti persistenti, siano indiziati alla disseminazione *in loco*, e i frutti inferiori, ossia i pissidiiformi e caduchi siano indiziati alla disseminazione longinqua.

È verisimile che l' altra specie del genere cioè la *C. umbrosa*, si diporti egualmente.

Desmodium heterocarpum D. C.

Parecchie specie di *Desmodium* sembrano essere eterocarpe e segnatamente la sopracitata, di cui abbiamo una buona figura data da Burmann (*Thesaurus Zeyl.*, tab. 53, fig. 1).

I frutti sono ordinati in racemi semplici, i superiori, in numero di sette e più, sono lomenti, ciascuno di sette articoli monospermi. Evidente cosa è che questi si disseminano per disarticolazione e quindi è verosimile che provvedano alla disseminazione a distanza. I frutti inferiori, in numero di due o di tre per racemo, sono uniarticolati, ossia, più esattamente, sono nocciuole monosperme, e restando affisse alla pianta probabilmente provvederanno alla disseminazione *in loco.*

Altro *Desmodium* eterocarpo, per analoga ragione e maniera sarebbe la specie pur edita da Burmann (l. c. tav. 51) sub *Hedysarum trifoliatum* ecc.

Tale pure è il *Dicerma biarticulatum* D. C. Infatti osservando la figura datane dal Burmann (l. c. tab. 50, fig. 2), è espresso chiaramente che alcuni frutti sono lomenti biarticolati, ed altri non pochi invece sono nuculiformi, monospermi.

Un fenomeno analogo sarebbe presentato dal *Desmodium Thunbergii* D. C. a cui è assegnato per carattere lo avere legumi quando biarticolati quando uniarticolati.

Atriplex hortensis L.

La maggior parte dei frutti di questa pianta sono achene incluse tra due larghi sepali, accostati l' uno all' altro e superiormente conglutinati ai margini, non visibili perciò all' esterno a meno che non si allontani tale

loro custodia. Cotali frutti sono brevemente pedicellati, ma il pedicello non è ruttile, nè disarticolantesi. Li chiameremo frutti involucrati.

Gli altri frutti, assai pochi in confronto, sono costituiti da achene involute alla base, ma non ricoperte, da cinque piccolissimi sepali e sono sessili. — Tali achene sono visibili all' esterno. Li chiameremo frutti scoperti.

Questa eterocarpia è adunque già molto appariscente, ma vi è una concatenazione di caratteri e di contingenze che la rendono in alto grado notevole.

Oltreciò eterocarpi essi stessi sono i frutti involucrati. Perocchè la maggior parte di essi ha involucri ovali o suborbicolari, assai più grandi, forse del doppio e più. Ma havvi una differenza di ben maggiore importanza. Le achene dei primi sono quasi del doppio più grandi, inoltre di color paglierino sordido e di figura lenticolare terminata da un ribordo circolare, per cui riescono *biconcave;* le achene invece dei secondi sono più piccole, di colore nerissimo, e lenticolari *biconvesse.*

Quanto ai frutti nudi sono achene nude, nere, di figura lenticolare biconvessa. Somiglierebbero non poco agli achenii neri dei frutti involucrati, se non fosse per una differenza notevolissima. Poichè i frutti involucrati tanto della prima che della seconda sorta, hanno achene compresse nel senso verticale; invece i frutti scoperti hanno achene compresse nel senso equatoriale ed orizzontale.

Questa complicata triplice eterocarpia si rende più evidente col seguente prospetto:

Frutti	involucrati, con achene compresse verticalmente.	involucri maggiori. Achenii più grandi, di color paleaceo sordido, in figura di lente biconcava.
		involucri minori. Achenii minori, di color nerissimo, in figura di lente biconvessa.
	scoperti, con achene compresse orizzontalmente.	achenii piccoli, di color nerissimo, con figura di lente biconvessa.

Di cosifatta eterocarpia è difficile assegnare le cause e le funzioni.

A primo aspetto si sarebbe disposti a credere che i frutti involucrati siano anemofili, e infatti sarebbero tali senza dubbio se con leggiero sforzo si disarticolassero, e allora il vento avrebbe buon giuoco nel disseminarli. Ma invece i pedicelli loro non sono nè fragili, nè articolati, e ci vuole non piccolo sforzo per strapparli dalla pianta (anche seccata, *in loco*). Di più; per poco che sopravvengano pioggie gli involucri sono di natura tale che cadono prontamente in un principio di marcescenza, per cui si

agglutinano gli uni agli altri e sono sempre tanto più vincolati alla pianta. La conclusione è adunque che sono disseminati *in loco* malgrado il danno gravissimo che deriva dall' essere questi frutti in gran numero addensati in ricche e ramose pannocchie. Certo che se possibilità vi ha per una più lata dispersione loro, questa deve incominciare quando la pianta è atterrata e quando gli achenii sono resi liberi per mezzo della marcescenza degli involucri.

Tale anemofilia degli involucri si può ritenere per una funzione oggidì defunta, ma forse non era così nei principii in cui si costituiva la specie. In tal caso però i pedicelli dovevano essere articolati o facilmente ruttili: carattere che oggi sarebbesi totalmente perduto.

Quale possa essere la causa funzionale della differenza tra gli achenii involucrati di color nero e quelli di color giallastro sordido non abbiamo potuto chiarire.

Gli altri fruttini, cioè gli scoperti, si diportano diversamente.

Con leggerissimo urto si distaccano dalla pianta e cadono a terra. Questo staccamento può aver benissimo luogo quando il vento investendo le pannocchie secche dà luogo a contatti e fregamenti. Tali acheni, essendo nudi e di color nero, disvelano una tal quale sorta di mimismo entomomorfo e in ogni caso danno facilmente nell'occhio a uccelli e potrebbero essere da essi disseminati.

Al postutto, benchè interessante sia la complessa eterocarpia dell'*Atriplex hortensis* (e forme affini, per es. *A. tatarica, microsperma* ecc.), le sue cause sono ben lungi dall' essere chiarite, e meritano più approfondito studio.

Macleya cordata.

Prima di lasciare l'argomento della eterocarpia, vogliamo ancora discorrere di un singolare caso rilevato testè nella fruttificazione della succitata papaveracea, benchè si tratti d' una eterocarpia di specie, non già di una eterocarpia d' individui, come fin qui fu il caso.

Abbiamo rilevato due forme d' individui producenti una fruttificazione diversissima. Gli uni (e verisimilmente costituiscono il caso normale) producono siliquette (senza setto) deiscenti all' apice, assai vistose, persistenti sulla pianta, bislungo-ovate, lunghe un centimetro e mezzo, con pedicello che non si disarticola facilmente. Producono da tre a sei semi arillati, nerissimi.

L' altra forma d' individui produce un frutto tanto diverso, che quasi si direbbero appartenere ad un genere diverso non che ad una specie stessa. Ma questa conclusione non tarda a rilevarsi per affatto insosteni-

bile, dal momento che nessuna differenza apprezzabile corre tra gli uni e gli altri negli organi di vegetazione (foglie, cauli, infiorescenze).

I frutti di questi, sebbene rivelino un inizio di scostamento delle valve, pure rimangono indeiscenti; sono tre quarti almeno più piccoli, hanno figura orbiculare, contengono un solo seme non munito d'arillo, e si disarticolano colla massima facilità. Sono in effetto samare.

Niente di più diverso delle infiorescenze dall'una e dall'altra forma, osservate in pianta che va seccando. La forma tipica ha infiorescenze massiccie e cospicue, perchè non perde le numerose silique che produce, anche quando deiscono per l'apice e cominciano a perdere i semi. Nell'altra forma invece le infiorescenze esinaniscono prontamente perchè quasi tutti i suoi frutti si sono disarticolati.

Di questa eterocarpia di specie o se vuolsi di razza non avrei tenuto conto, se non fosse che perde l'aspetto di una accidentalità e acquista quella di un regolarissimo adattamento anemofilo.

Infatti nei citati frutti samaroidei abbiamo consociazione regolarissima di parecchi caratteri; cioè 1° dell'indeiscenza, 2° del pericarpio alato, 3° della monospermia, 4° della ruttilità del peduncolo e della conseguente caducità dei frutti stessi.

Occorrono altre osservazioni e in altri luoghi; ma se si conferma il qui detto, forse abbiamo un caso della nascita di una stirpe anemofila.

§ IV. - Eterocarpia nelle piante ipogeocarpe.

Le specie ipogeocarpe, vale a dire quelle che hanno la facoltà di produrre frutti sotterranei, possono distinguersi in due categorie. Vale a dire che o sono specie le quali non producono altra maniera di frutti (per es. *Arachis hypogaea*), oppure sono specie che producono frutti maturanti sotterra e frutti maturanti sopra terra. Queste ultime specie sono acconciamente nominate *anficarpe*.

È palese che per le specie della prima sorta non puossi parlare di eterocarpia; dovecchè le anficarpiche sono necessariamente più o meno eterocarpiche.

Riguardo a cosifatta eterocarpia causata senza dubbio dalla diversità dell'ambiente in cui maturano i frutti, sono stati pubblicati ormai tanti studii e tante osservazioni, che poco o nulla di nuovo ci resta a dire in proposito; e pertanto noi qui ci limiteremo a fare una semplice rassegna delle piante stesse, valendoci dell'assai completa enumerazione fattane da Huth (l. c.).

Cardamine chenopodiifolia Pers.

La eterocarpia è spinta al massimo segno; i frutti che maturano sotterra sono nucule monosperme ovate, quelle che maturano in alto somigliano affatto i frutti caratteristici del genere (silique polisperme deiscenti, molto allungate). Di questa specie si ha una bella figura nell' opera *Die natürlichen Pflanzen-Familien* etc. di ENGLER e PRANTL III, 2, 1890.

Polygala polygama Hook.

È anficarpa; ma i frutti sotterranei poco differiscono dagli aerei. Restano sempre gli effetti della diversità dell' ambiente. Pare che anche la *P. paucifolia* W. e la *P. Nuttaliana* Torr. et Gr.... siano nella stessa guisa anficarpiche (v. HUTH l, c.).

Oxalis acetosella L.

Fiorisce e fruttifica, secondo le osservazioni di MICHALET, sopra terra e sotto terra. Locchè implica non solo anficarpia, ma diversità d' origine, staurogamica pei semi sopra terra, e cleistogamica per i semi sotto terra.

Trifolium polymorphum Poir.

I nodi inferiori emettono fiori apetali pedicellati che si nascondono sotterra e producono cleistogamicamente ciascuno una nucula monosperma. I fiori aerei invece formano un capolino e fruttificano come in generale le altre specie del genere stesso. Cosi qui si avvera la solita consociazione di staurogamia e disseminazione a distanza, omogamia e disseminazione *in loco* (v. HUTH l. c.).

Vicia angustifolia Roth. var. *amphicarpa.*
Lathyrus sativus L. var. *amphicarpus*

Con fenomeno analogo a quello della precedente specie si ha presso queste due papilionacee produzioni di fiori alcuni aerei, soggetti a staurogamia, altri sotterranei e necessariamente omogami (v. HUTH l. c.).

Galactia canescens Benth.

Secondo TORREY e GRAY questa leguminosa sviluppa steli striscianti i quali dalla parte di sotto producono fiori e frutti sotterranei. I frutti aerei

sono legumi contenenti quattro o cinque semi, gli ipogei per contro danno un seme solo, ma questo é più grosso di quelli maturati nell' aria.

Linaria spuria Mill.

Secondo Michalet (*Bull. de la Soc. botan. de Françe,* VII, pag. 465) questa specie dalla regione ipocotilea o anche dagli internodii più bassi svilupperebbe ramificazioni ipogee fiorenti e fruttificanti. I frutti ipogei sarebbero più grossi degli aerei (v. Huth l. c.).

Oltre a questi esempi d'anficarpia, se ne conoscono alcuni altri che noi non riferiremo perché ci sembrano meno chiariti.

Qual' é il significato funzionale della anficarpia? Varie opinioni sono state emesse al riguardo. La maggior parte degli autori opina peraltro che la geocarpia sia diretta principalmente alla protezione dei semi, i quali, stando sotterra sono meglio sottratti al pericolo di essere mangiati, e sono in caso di meglio resistere alla siccità e ad altri esterni agenti. Ma ció non spiegherebbe se non che la metá del fenomeno. Infatti si domanda: perché tali piante emettono altresí fiori e frutti aerei?

La interpretazione nostra é ben più lata e generale. Nelle piante anficarpe é accaduta una doppia divisione di lavoro. Se si riguarda la fioritura, esse producono fiori aerei destinati alla staurogamia, e fiori sotterranei destinati alla omogamia. Dal lato della fruttificazione poi producono semi aerei destinati a disseminazione longinqua e semi sotterranei destinati a disseminazione *in loco.* Ed é notevole che cosí vengono ad essere consociati il fenomeno della staurogamia con quello della disseminazione longinqua, e il fenomeno della omogamia (cleistogamia) con quello della disseminazione *in loco.*

Sotto questo punto di vista il fenomeno dell'anficarpia corrisponde funzionalmente al fenomeno delle altre piante eterocarpiche di cui già parlammo e delle piante eteromericarpiche di cui ora parleremo.

§ V. - Eteromericarpia nelle Crucifere.

Cakile maritima L.

È senz' altro uno dei più belli e istruttivi esempi di eteromericarpia. I frutti sono biarticolati: entrambi gli articoli sono nuculari e indeiscenti, monospermi. L' articolo terminale alquanto più grosso e lungo ha figura tra ovoide e piramidale; l'articolo basale ha invece una figura obconica,

ed è più breve e più piccolo. I semi contenuti nell' uno e nell' altro articolo sono presso a poco eguali; forse alquanto più grosso il basale.

L' articolo terminale, a maturità completa, si tocca e va in balía degli agenti esterni. L' articolo basale invece, assicurato sopra un grosso e breve pedicello, è indisgiungibile dalla pianta.

Ogni pianta ha copiosi racemi, ben forniti di frutti, ed è interessante il constatare come, allorquando è secca e radicata *in loco*, ha perduto tutti gli articoli terminali, solo conservando rigidamente a sè collegati gli articoli basali. Cosí nella più chiara e spettabile guisa è provveduto alla longinqua e alla prossima disseminazione.

E poichè questa pianta vive nelle aperte e piane spiaggie arenose del mare, da queste circostanze ripete tutti suoi i caratteri. Gli articoli terminali, leggieri e spugnosi come sono, arrotolati dal vento sono spinti in mare; galleggiano ottimamente e sono protetti dall' infiltrazione dell' acqua marina, oltrechè dall' abbondante tessuto spugnoso, anche da un tessuto indurato e legnoso. Il destino degli articoli basali è indissolubilmente legato alla sorte della pianta madre. E siccome questa non può muoversi di luogo neanche secca, poichè è profondamente radicata, i semi di detti articoli rimangono *in loco*, e non possono essere liberati se non che per il processo della marcescenza.

In conclusione, qui si è resa di tutta evidenza la divisione del lavoro nell' opera disseminativa. La disseminazione *in loco* e la disseminazione a distanza sono eseguite ciascuna da uno dei due articoli d'ogni frutto.

Ancora è degno di essere notato che i caratteri degli articoli terminali sono mirabilmente indiziati a due maniere di trasporto; invero quel tessuto soveroso leggerissimo che costituisce gran parte della loro massa, è evidentemente un ottimo adattamento al trasporto prima mediante il vento, poi mediante l' acqua marina.

Rapistrum rugosum.

Il frutto di questa specie è costituito da due articoli, ciascuno avente un seme, diversissimi l' uno dall' altro L' articolo terminale (apiculato dallo stilo) è una nocciuola indeiscente munita di protuberanze spugnose irregolari. L'articolo basale, appena più grosso del pedicello su cui è insidente, è cilindrico, leggermente obconico, e non si può staccare se non se mediante sforzo e con lacerazione del tessuto.

L' articolo terminale, a maturità completa, con un leggiero sforzo si disarticola e casca, e così è messo in libertà e può provvedere alla disseminaziona longinqua.

L' articolo basale invece è insidente sopra un pedicello indissolubilmente

collegato colla pianta, e dovrebbe provvedere alla disseminazione *in loco*.

Devesi peraltro avvertire, che, come ho verificato in alcuni individui (forse costituenti una varietà diversa) gli articoli basali sono segnati da quattro linee di deiscenza a modo di silicula, e talvolta le valve saltano (verisimilmente non tutte) in guisa che anche il seme in essi contenuto può talvolta essere messo in libertà.

In altri individui invece ho osservato negli articoli basali assoluto il carattere della indeiscenza, in guisa che cotali forme ripetono, con effetti necessariamente simili, l' eteromeria tanto spettabile della *Cakile*. Cotali articoli, anche all' esterno, si riconoscono facilmente, sia perchè sono alquanto tubercolati, sia perchè le linee di deiscenza siano quasi affatto obliterate.

Altra e notevole concordanza colla *Cakile* sta nelle protuberanze spugnose dell' articolo terminale, le quali evidentemente fungono da galleggianti in relazione alle acque piovane e fluviali fluenti, e diminuiscono di molto il peso specifico, in relazione al vento. Adunque anche in questa specie accadde rispetto alla disseminazione longinqua e *in loco*, una divisione di lavoro simile a quella che trovò luogo presso la *Cakile*.

Crambe maritima ed altre cakilinee.

Il genere *Crambe* appena differisce dal *Rapistrum*. I suoi frutti sono medesimamente biarticolati, ma soltanto l' articolo terminale, globuliforme porta seme, sterile rimanendo l' articolo basale. Adunque in tal genere la eteromericarpia ha perduto il suo significato: cessata è la divisione di lavoro, e le due disseminazioni *in loco* e *longinqua* sono raccomandate alla pura eventualità.

Hemicrambe fruticulosa Webb. Siliqua biarticolata, l' articolo inferiore 1-2 spermo, il superiore rostrato con 3-4 semi. È ovvio arguire che la disseminazione avvenga in due guise; ma si desiderano osservazioni esplicite al riguardo. È verisimile che l' articolo basale provveda alla disseminazione in *loco* (1).

Didesmus Desv. Frutto biarticolato ad articoli monospermi indeiscenti. Conta tre specie nella regione del Mediterraneo. È verosimile che per la disseminazione si ripetano i caratteri del genere *Rapistrum*.

Otocarpus Dur. Eteromericarpo più del genere precedente, in quanto che l' articolo anteriore, monospermo, presenta due orecchiette, che danno presumibilmente luogo a una dissiminazione idroanemofila. Dell' Africa settentrionale.

---

(1) V. *Ann. des Sienc. nat.*, Bol. III, I, 16°, tab. 19.

Guiraoa arvensis Cass. Della Spagna. Il frutto consiste in due articoli indeiscenti dispermi. L' anteriore sferico con otto coste e prolungato in rostro accenna a disseminazione idroanemofila.

Cordylocarpus muricatus Desf. Della Barberia. Non differisce dal *Rapistrum* se non che per l' articolo inferiore che contiene due o tre semi. L' articolo superiore monospermo muricato accenna a disseminazione longinqua idroanemofila (V. Desf. Flora atl. t. 152).

Ceratonemon rapistroides Coss. et Bal. Del Marocco. L' articolo basale del frutto é bicorne. La disseminazione certo avviene in due modi, ma si desiderano osservazioni esatte in proposito.

Enarthrocarpus lyratus D. C.

Ebbi occasione di studiare i caratteri di questa specie sopra individui coltivati. L' eteromeria dei suoi frutti é assai instruttiva.

Le sue silique assai lunghe e polisperme (oligosperme) si scindono in due porzioni e articoli, terminale l' una, basale l' altra. A maturitá completa, il minimo sforzo (una scossa di vento, per esempio) basta a far disarticolare le porzioni terminali, cosicché da ultimo sulla pianta non restano che le porzioni basali, le quali peraltro sono tanto connesse con esse che ne seguono il destino e sono soggetti alla marcescenza in loco.

Le porzioni terminali invece sono libere e quindi in balía di agenti esterni.

Cosí é provvisto alla disseminazione in loco e alla disseminazione a distanza, in guisa molto vicina a quella realizzata nei generi *Cakile*, *Rapistrum* ecc.

Ma ció che costituisce una variante assai singolare, e che si direbbe poco razionale, anzi una imperfezione, si é che entrambe le porzioni, sia quella che si libera, sia quella che rimane a perpetuitá attaccata alla pianta contengono con apparente anomalia parecchi semi. Ho riscontrato 2 semi o al sommo 3 nella porzione basale immobile, e da quattro a sei nella porzione terminale mobile. Entrambe le porzioni sono rigorosamente indeiscenti, mancando affatto le solite righe di deiscenza delle silique. Ma la porzione libera tende ad avere un principio di lomentazione.

Qual' é il probabile agente di disseminazione della parte libera? Non vi ha sviluppo speciale di tessuto soveroso o spugnoso; malgrado ció é da ritenersi anche in questo caso l' acqua fluente e alternamente il vento quali agenti della disseminazione longinqua; infatti, come si puó facilmente verificare, tagliando longitudinalmente una porzione libera, tra un seme e l' altro vi é uno spazio vacuo, la somma dei quali costituisce ad evidenza un apparecchio galleggiante e nello stesso tempo areonautico.

Reboudia erucarioides Coss. et Germ.

Tale specie è nativa dell' Algeria. Le sue silique sono lunghette e terminano in un breve rostro lanceolato-compresso. A maturità si pratica sotto il rostro una disarticolazione a cuneo (alquanto similmente alla *Cakile*), e col più leggiero sforzo il rostro si stacca e cade coll' unico seme che contiene. Il cilindrico pezzo di siliqua che rimane è rigidamente per un duro e breve pedicello attaccato alla pianta e contiene da otto a dieci semi. Questo resto è solcato dalle linee di deiscenza particolari alle silique, e pare che infatti nella maggior parte da ultimo, se confricato con qualche corpo, deisca, saltando via le due valve e con esse i semi; ma presso parecchie altre la deiscenza può mancare e in tal caso i semi sarebbero liberati per un processo di marcescenza.

Comunque sia è evidente la doppia maniera della disseminazione. Il seme contenuto nel rostro terminale, disarticolandosi, va in balìa di agenti esterni che facilmente possono sopperire alla disseminazione a distanza; i restanti semi, sia che per deiscenza della valva saltino tutto attorno alla pianta, sia che si liberino pel lento processo della marcescenza, evidentemente provveggono alla disseminazione *in loco*. Quanto all' articolo terminale, assai minuscolo, se si riguarda al tessuto spugnoso che in gran parte lo costituisce, e alla sua sommità compressa in forma d' ala, evidente è che per i suoi caratteri s' indirizza promiscuamente al vento e all' acqua fluente; due agenti che certamente non possono aver presa sui semi attaccati all' articolo inferiore polispermo delle silique. Quanto poi ai semi non vi è differenza tra il terminale e i restanti.

Erucaria Gaertn.

Stando alle descrizioni ed alle figure date dai fitografi, le cinque o sei specie di questo genere ripeterebbero i caratteri di doppia disseminazione che osservammo presso la sopracitata *Reboudia*. È notevole che sono tutte native del bacino del mediterraneo e che Bentham ed Hooker nei *Gen. plant.* v. I. riuniscono il genere *Reboudia* al genere *Erucaria*, a nostro parere giustamente, laddove Prantl (*Natürl. Pflanzen-Familien*) allontana l' uno dall' altro i due generi, interponendo tra essi ben due tribù, non sappiamo per qual motivo.

Sinapis alba L.

È una specie senza verun dubbio da ascriversi alle eteromericarpe; poichè la siliqua, maturando, si viene a dividere in due porzioni, in una porzione terminale rostrata assai lunga compressissima e sottile, contenente non più d'una cavità e d'un seme, ed in una porzione inferiore, un pò meno lunga, non compressa torulosa contenente da quattro a sei semi, disposti in due cavità divise dal solito esilissimo falso setto.

La porzione superiore è affatto indeiscente e samaroide; cosicchè il seme in essa racchiuso rimane costantemente incluso nel pericarpio.

La porzione inferiore invece è deiscente mediante le solite due valve che si disarticolano, e scattando lasciano cadere intorno i 4-6 semi che contengono, provvedendo così alla disseminazione *in loco*.

La porzione superiore non è veramente articolata coll' inferiore, rimane così attaccata alla pianta; ma una volta che siano scattate le due valve della porzione inferiore, il vincolo che la connette alla pianta è tanto debole e fragile da rompersi ad ogni piccolo urto, e liberarne il rostro coll' incluso seme, mettendolo in balìa di esterni agenti.

E questi, ponderati i caratteri esterni di questo rostro, possono essere dapprima animali forniti di vello o piuma (con disseminazione eriofila); di poi il vento (con disseminazione anemofila).

Gli adattamenti eriofili consistono in una rivestitura del rostro di peli brevi rigidissimi volti in su e tali che facilmente appiccano il rostro stesso, come si può agevolmente constatare per esperimento facendoli confricare con un panno.

Staccati che siano dalla pianta cotali rostri, possono anche dal vento essere investiti e trasferiti, in vista della espansione alata di cui sono provvisti. È così attuata la disseminazione a distanza.

Valutando tutte le contingenze, si rivela in questa specie una grande affinità biologica coi fruttini di *Cakile,* di *Rapistrum* e più ancora della *Reboudia*, colla principale differenza che qui manca l' articolazione del rostro; mancanza assai razionale se il distacco deve essere provocato dal contatto del vello o della piuma d' un animale.

Tali cose si osservano negli individui eteromericarpici di *Sinapis alba*; ma si danno altri individui e forse intiere razze coltivate ove cessa di fatto l' eteromericarpia. In cotali individui il rostro non ha inspessimento; perde in parte i peli appiccicanti e diventa presso a poco inutile. Possiede ancora la cavità seminifera; ma non vi è prodotto nessun seme, e rimane sterile. Cosicchè in questi la disseminazione è tutta raccomandata alla dissiglienza delle valve della siliqua. In questa razza la disseminazione *in loco* è la predominante.

Sinapis arvensis.

Essa é eteromericarpa presso a poco come la precedente. Ma le sue silique sono più lunghe, di minor diametro, hanno un maggior numero di semi (di color nero, non giallo).

Il rostro poco o punto compresso, a maturità completa si disarticola dalla porzione inferiore, mediante un tessuto apposito che manca nella precedente specie, e disarticolandosi spesso trascina con sè le due valve della sottostante porzione siliquale, con cui può aderire per qualche tempo.

Laonde avviene ad un tempo e la liberazione del rostro che va in balía degli agenti esterni e la liberazione dei semi che stanno nella porzione inferiore e deiscente della siliqua. I semi sono all' incirca da otto e dieci e più nella porzione deiscente, ed uno soltanto sta nel rostro. Essendo il rostro assai leggiero e di struttura alquanto spugnosa, tanto più se vi aderisce una delle due valve, può dar presa al vento ed essere trascinato più o meno lontano anche dalle acque fluenti. Va da sè che il rostro é affatto indeiscente. Si possono così valutare gli effetti delle due disseminazioni; i semi vestiti dei rostri avendo probabilità molto maggiori di dispersione longinqua in confronto dei semi nudi dissiglienti delle porzioni deiscenti delle silique.

Sinapis setigera.

È una specie di Spagna, interessante perchè nell' apparecchio di disseminazione si mostra intermedia tra le due precedenti.

La siliqua pure (molto più lunga e attenuata e polisperma) qui si divide in due porzioni, cioè in un rostro non compresso che è un carcerulo contenente da uno a tre semi longitudinalmente disposti, e in una lunga porzione deiscente contenente in riga 20 e più semi. Il rostro non è qui punto articolato, e quando le valve della sottostante regione sono dissiglienti e spargono intorno i semi, esso resta attaccato alla pianta, ma per la lunghezza e sottigliezza della cornice placentaria persistente i suoi vincoli colla pianta sono tanto deboli che può essere da ogni piccola scossa od urto messo in libertà, e allora o per l' acque fluenti o per il vento i semi da lui contenuti possono essere disseminati a maggiore distanza dei semi della porzione inferiore.

Sinapis Cheiranthus Koch.

La siliqua di questa specie imita al tutto i caratteri della precedente, tanto che le due forme sembrerebbero riducibili ad una e medesima specie

se non fosse che il rostro di questa, anziché compresso, tende piuttosto alla forma cilindrica. Del resto la eteromericarpia e le conseguenti maniere di disseminazione sono identiche.

Hirschfeldia adpressa Mönch.

La sua eteromericarpia posta a confronto con quella delle precedenti specie di *Sinapis* offre parecchie interessanti diversità. La siliqua deve ritenersi per biarticolata, come bene avvertiva il Bertoloni (*Fl. it.* v. VII); infatti esiste un tessuto di disarticolazione tra l' articolo terminale ed il basale, poniamo che la disarticolazione non avvenga che a maturità completa. L' articolo basale, più indiziato alla disseminazione *in loco*, contiene pochi semi che cascano a terra per dissiglienza delle valve. L' articolo terminale ha una struttura assai interessante; ha una forma ogivale, ristretta alla base e terminante in punta. Nella parte ristretta contiene per lo più un seme (talvolta 2); e sopra esso seme il rostro si rigonfia in un globulo che si crederebbe una loggia seminifera, e invece, incidendola, si scorge, altro non essere che un tessuto bianchissimo spugnoso. È ovvia la significazione di tutti questi caratteri. Tale rostro è destinato a distaccarsi dalla pianta, e ad eseguire la disseminazione longinqua, sia per mezzo dell' acqua fluente, sia per mezzo del vento, essendo provveduto d' un abbondante tessuto che può essere utile sia come galleggiante, sia come disposizione areonautica.

È singolare la condizione vagabonda che è stata fatta dai diversi autori a questa specie. Moench ne fece un genere proprio e forse a ragione; Linneo la attribuì al genere *Sinapis* (*S. incana*); altri al genere *Erucastrum*. Tutto ciò è passabile, ma alcuni moderni con aggiudicazione poco felice, la compresero nel genere *Brassica*. A noi pare che questa specie abbia stretti rapporti coi generi *Enarthrocarpus, Erucaria, Reboudia* e simili. Ed è la considerazione biologica delle loro silique che ci ha messo su questa via.

Eruca, Carrichtera, Vella.

Questi tre generi e qualche altro, sono eteromericarpi, ad egual titolo del genere *Sinapis,* ma sotto l' aspetto puramente morfologico, non biologico. Possiedono bensì un rostro omologo a quello delle *Sinapis;* ma si tratta d' un eteromericarpia frustranea, poichè siffatto rostro nè si stacca dalla pianta, nè contiene giammai semi. Interessa constatare che presso questi generi si è estinta la differenziazione relativa alla disseminazione longinqua; e il loro rostro non sarebbe che un mero segno di discendenza.

Myagrum perfoliatum L.

Questa specie veramente non può essere annoverata tra le eteromericarpe vere, perché le due cavità che si notano nella parte superiore delle sue nucule non sono altrimenti loggie ovariane, come erroneamente parecchi fitografi credono, ma semplicemente due vacuità d'origine schizogena.

Malgrado ciò parleremo volentieri de' suoi fruttini, perché presentano cospicui adattamenti che vengono a confermare le congetture da noi date intorno alla disseminazione idro-anemofila.

Recidendo longitudinalmente le sue nucule, insidenti su breve e grosso pedicello da cui non si disarticolano giammai, si ha una figura triangolare, la cui considerazione riesce molto istruttiva. Nel centro della figura scorgesi una loggia ovariana (vera), in cui é ricoverato l'unico seme di tal fruttino. In rispondenza d'ognuno dei due angoli superiori si osserva una falsa loggia, vacua (schizogena); e in rispondenza dell'angolo inferiore sta il pedicello il quale é munito pure d'una cospicua cavità schizogena. Cosicché tale fruttino presenta quattro cavità; cioè una cavità centrale seminifera attorniata a uguali distanze da tre cavità vacue.

D'altro non fa bisogno per capire che qui si ha per ogni fruttino, un mirabile apparecchio idronautico ed aeronautico nello stesso tempo e con questa destinazione é in debita armonia il tessuto di disarticolazione, che é situato non già alla base della nucula, bensí alla base del pedicello. Infatti su nucule ben mature agendo con lieve sforzo si ottiene la disarticolazione del pedicello, non già quella della nucula.

Ció viene a confermare la congettura d'una doppia disposizione disseminativa idroanemofila pei frutti o pei semi di tante piante, affini e non affini (*Rapistrum, Enarthrocarpus, Cakile, Calendula, Dimorphotheca, Commelina, Pancratium maritimum* ecc.).

§ VI. - Sguardo generale sulla evoluzione della eteromericarpia nelle Crucifere.

Nei fenomeni che abbiamo sopra esposto abbiamo un aureo criterio per una razionale classificazione di molte specie di Crucifere, le quali si sarebbero andate svolgendo nel tempo e nello spazio seguendo la evoluzione della eteromericarpia.

Nel difficile cómpito di proporre una classificazione naturale delle crucifere, fin qui il più felicemente riuscito fra tutti gli autori ci sembrerebbe Prantl (in Engler e Prantl, *Natürl. Pflanzenfamilien* III, 2). Ora le specie,

di cui sopra abbiamo parlato, le ha distribuite in tre sottotribù, cioè Sinapee-Sisimbriine (*Erucaria, Cakile, Myagrum*); Sinapee-Velline (*Carrichtera, Vella*); Sinapee-Brassicine (*Eruca, Sinapis, Brassica, Raphanus, Erucastrum, Hemicrambe, Enarthrocarpus, Guiraoa, Reboudia, Condylocarpus, Rapistrum, Crambe*).

Tale classificazione, benchè la migliore fin qui prodotta, espone parecchi lati alla critica. Tutte le sovraindicate piante apparterrebbero ad un gruppo unico che poco si presta ad essere scisso. La unicità del gruppo è stata bensì intuita da Prantl, che lo ha *acconciamente* intitolato dalle Sinapee, ma la scissione ternaria da lui proposta in Sisimbriine, in Velline, in Brassicine non ci sembra punto felice. Invero come si può discostare il genere *Vella* dal genere *Eruca;* il genere *Cakile* ed *Erucaria,* dai generi *Reboudia, Rapistrum, Crambe, Hirschfeldia, Sinapis* ecc.?

Lo svolgimento della eteromericarpia imporrebbe la seguente ordinazione.

SINAPIS

- Heteromericarpae
  - Anarthrae
    - *Cheiranthos*
    - *Setigera*
    - *Alba* . — articulo terminali sterili ensiformi
      - ERUCA
      - VELLA
      - CARRICHTERA
  - Diarthreae
    - *Arvensis*
    - HIRSCHFELDIA
    - ENARTHROCARPUS
    - REBOUDIA
    - ERUCARIA
    - HEMICRAMBE
    - GUIRAOA
    - CONDYLOCARPUS
    - RAPISTRUM
    - CRAMBE
    - CAKILE
- Isomericarpae
  - BRASSICA
  - DIPLOTAXIS
  - RAPHANUS

Uno degli errori principali commessi da moderni fitografi è di aver amalgamato col genere *Brassica* alcune specie di *Sinapis* (*arvensis* ed altre). Le Brassicee e le Rafanee mancano affatto di rostro, mentre il genere *Sinapis* non solo ha un carattere essenziale nell' essere rostrato, ma di più apre ed inizia nelle Crucifere una sequela non piccola di generi che

sono rostri, con evoluzione progrediente dalle forme non articolate alle biarticolate, dalle forme ove l' articolo inferiore deisce per valve dissiglienti a quelle ove l' articolo inferiore è indeiscente; dalle forme ove gli articoli, superiore ed inferiore, sono rigorosamente monospermi (per esempio il genere *Cakile*); le quali segnano non solo il più alto grado in siffatta evoluzione, ma eziandio la massima perfezione nella divisione del lavoro disseminativo, provvedendo col seme basilare alla disseminazione *in loco*, e col terminale alla disseminazione longinqua.

Adunque le Brassicee, le Rafanee, le Cakilinee, considerate da diversi fitografi come altrettante tribù distinte, infine non formerebbero che un unico gruppo naturale il cui capostipite dovrebbe essere o il genere *Brassica* o il genere *Sinapis*. A quale dei due daremo la preferenza? Se stiamo alle apparenze, poichè l' attuazione di un rostro sembra una formazione postuma, si può ritenere capostipite il genere *Brassica*.

Ma se penetriamo più profondamente nelle ricerche filogenetiche, e se investighiamo intimamente le ragioni morfologiche del rostro delle Sinapee, troveremo che il genere *Sinapis* ha nel rostro un carattere antichissimo, per il che non solo può essere considerato come la forma prototipica delle Brassicee, ma eziandio come la forma archetipa delle crucifere.

La deiscenza tanto caratteristica delle silique (mediante un tessuto di disarticolazione che a ferro di cavallo incide il dorso dei carpidii) non è un fenomeno ristretto alla famiglia delle Crucifere; esso è carattere che si ritrova pure nella Capparidee e nelle Papaveracee.

La prima manifestazione di questo fenomeno risale a una famiglia più antica, cioè alle Berberidee; per esempio al genere *Epimedium* e meglio ancora al genere *Ieffersonia*. Ora la incisione del dorso carpidiale in questo ultimo genere, intacca non la sommità del carpidio ma la sua metà; e se il genere *Ieffersonia* avesse un pistillo bicarpidiale (anzichè monocarpidiale), cosiffatta incisione, praticata nell' uno e nell' altro carpidio, verrebbe a differenziare nel pistillo una porzione superiore affatto omologa al rostro delle Sinapee.

Quindi il genere *Sinapis*, secondo noi, vanta un carattere di grande antichità, ed è stata una felice intuizione quella di Prantl (l. c.) di avere costituito le Sinapee a capo di un grande numero di Crucifere.

§ VII. - Eteromericarpia nelle Ombrellifere.

Il genere *Torylis* nella flora nostrana è rappresentato, fin quanto giungono i miei studii, da quattro specie ottimamente caratterizzate da differenza nella maniera come eseguesi la disseminazione. I diachenii di *Torylis*

anthriscus soddisfano assai bene alla disseminazione eriofila, ma quelli di *T. helvetica* (o *infesta*) rafforzano l' effetto delle emergenze appiccicanti; perché le medesime, invece che da una punta semplice, sono all' apice terminate da un glochide, per cui meglio aderiscono. Ma tanto nella prima quanto nella seconda specie nei due mericarpi d' ogni fruttino non si rileva differenza; tutti e due sono egualmente armati e forniti di asticciuole appiccicanti. In guisa che non é intervenuta nessuna differenziazione rispetto al doppio scopo della disseminazione *in loco* e della disseminazione a distanza. Possono avvenire benissimo l' una e l' altra disseminazione; ma tutto é lasciato alla mera eventualità e non vi é nessuna predisposisizione per una differenza assicurata.

Non così per altre due specie dello stesso genere, cioé per la *Torylis heterophylla* Gussone e per la *T. nodosa* Gm.

La prima specie ci presenta il fenomeno della eteromericarpia; la seconda é nel tempo stesso eteromericarpa ed eterocarpa.

Quando i diachenii di *T. heterophylla* sono perfettamente maturi e secchi, allora i mericarpii si discostano l' uno dall'altro, e pendono come al solito da una columella (brevemente) bifida. Ma il destino dell' uno e dell' altro mericarpio non può essere uguale; giacché l' esterno é tutto ricoperto di emergenze lunghe, denticolate nel fusto e glochidiate all' apice; l' interno invece non ha che una superficie asperata da emergenze brevissime punto appiccicanti. Dato che una pecora, un uccello, una lepre e simili animali si accostino alla pianta, i mericarpii glochidiati aderiscono ai peli o alle piume e servono alla disseminazione longinqua; gli altri necessariamente, ricevuta la scossa, cadono a terra e servono alla disseminazione *in loco*.

La *T. nodosa* offre complicazione maggiore. Le ombrelle e le ombrellette per mancato sviluppo delle distanze internodali vengono mutate in sessili glomeruli di fruttini, in numero circa di dieci a venti per glomerulo. Ora si nota un fenomeno singolare. I mericarpii esterni dei diachenii situati alla periferia del glomerulo in numero di otto all' incirca, sono rivestiti da aste denticolate e glochidiate, ossia sono pronti per l'appiccicamento; laddove i mericarpi interni dei medesimi hanno emergenze brevissime non appiccicanti.

Fin qui la specie sarebbe eteromericarpa; ma i diachenii che si trovano nella regione discoidea o centrale d' ogni glomerulo, in numero di dieci o più hanno i mericarpii uguali, privi per altro d' ogni organo appiccicaticcio. Così questa istruttiva forma, eteromericarpica per rispetto ai diachenii esterni, é di più eterocarpica per rispetto ai diachenii interni messi a paragone cogli esterni.

Ma nei citati diachenii esteriori d' ogni glomerulo, succede un fenomeno singolare. I mericarpii volti all' interno e mancanti d' organi d' affissione,

non si disarticolano giammai; laddove i mericarpii volti all'esterno e glochidiati, suscettibili perció di venire in contatto con vello o con piuma d'animali, si disarticolano con tutta facilità e provvedono alla disseminazione longinqua; al qual proposito abbiamo una razionalissima combinazione di tre contingenze, 1° esposizione esterna di siffatti mericapii, 2° superficie vestita di glochidi, 3° presenza opportuna d'un tessuto di disarticolazione.

Turgenia.

Affine al genere *Torylis* è il genere *Turgenia*, in alcune delle cui specie verisimilmente si è concretato un fenomeno analogo. Alludo alla *T. heterocarpa* D. C., pianta di Persia. Non avendo potuto studiarla nè sopra vivi, nè sopra secchi esemplari, ci contentiamo di estrarre da De Candolle, *Prodr.* ecc. « mericarpii dissimili, gli esterni muniti di aculei, gli interni inermi ». È facile che i primi coll'urto si disarticolino, mentre gli altri resteranno affissi alla pianta.

Infine Hildebrand (l. c. pag. 116) cita la *Dimetopia pusilla*, con diachenii eteromericarpici, l'un mericarpio fornito di emergenze appiccicanti, adattato perció alla disseminazione eriofila, e l'altro dilatato in ala con adattazione anemofila.

§ VIII. - Altre piante eteromericarpe.

Commelinae species.

Hildebrand (l. c. pag. 116) scrive quel che segue: « Degni di particolar menzione sono i frutti di parecchie specie di *Commelina*, p. es. la *C. coelestis*. In queste la capsula deisce in guisa tale che due delle sue loggie lasciano in libertà i piccoli semi loro, mentre il terzo seme resta incluso sempre nella sua loggia, alla quale aderendo ad entrambi i lati una porzione delle altre loggie, viene a formarsi una sorta di ala che è un'acconcia disposizione per la disseminazione mediante il vento ».

Ho anch'io studiato parecchie specie di *Commelina* coltivate nell'Orto botanico di Bologna, ho confermato ed in parte completato le cose dette nel breve cenno di Hildebrand.

Delle tre loggie del frutto due deiscono con deiscenza loculicida liberando i loro due semi. Mezza loggia da una parte, mezza loggia dall'altra rimangono aderenti alla terza loggia, che è indeiscente e racchiude un unico e più grosso seme.

Cosi abbiamo per ogni frutto tre semi, uno vestito ed alato, adatto alla

disseminazione anemofila, due liberi e nudi, sprovvisti d' ogni disposizione favorevole al trasporto sia mediante il vento, sia mediante l' acqua, sia mediante animali. Invero questi due semi sono relativamente pesanti; messi nell' acqua vanno immediatamente a fondo, e sono destituiti d' ogni emergenza appiccicante.

Adunque é logica la induzione che questi semi provvedono alla disseminazione *in loco.*

Cosí nel genere *Commelina* ha avuto perfetta esecuzione la solita divisione del lavoro disseminativo, mediante una *eteromericarpia* affatto *sui generis.*

Oltreció detti semi nudi sono notevoli pei loro caratteri esterni. Essi offrono un mirabile caso di mimismo pure *sui generis.*

Per la loro figura irregolare, per la loro superficie opaca, bruna, irregolarmente punteggiata imitano sorprendentemente dei sassolini nerastri, in modo da rendere plausibile la congettura che per siffatta apparenza sfuggano facilmente all' acutissima vista degli uccelli granivori.

Valerianellae species.

Il genere *Valerianella* é eteromericarpo, in quanto che delle tre loggie ovariane una sola é seminifera (monosperma), le altre due rimanendo sterili e rigonfiandosi in due cavitá piú o meno ampie, disegnate a fornire disposizioni nello stesso tempo idronautiche ed aeronautiche. Sono piú notevoli a questo riguardo la *V. olitoria, V. auricula, V. pumila, V. vesicaria* e *V. carinata.* Nel caso di questo genere la eteromeria é designata a una sola sorta di disseminazione, cioé alla longinqua.

Antirrhini species.

La loggia superiore dell' ovario é conformata alquanto diversamente dalla inferiore; di piú mentre questa ultima deisce per due pori la prima deisce con un' apertura sola, ma per compenso piú grande.

A quanto ho rilevato siffatta eteromeria non ha nessun significato, almeno per ció che riguarda la disseminazione, che trovai affatto eguale per i semi racchiusi nell' uno e nell' altra loggia.

E per esaurire completamente l' argomento della eteromericarpia si possono citare molte piante a ovario policarpidiale (*Quercus, Tilia* ecc), ove si sviluppa una loggia seminifera soltanto. Ma questi casi non hanno nessuna diretta relazione colla disseminazione o *in loco* o longinqua.

§ IX. - Mimismo di frutti e semi.

Presso un numero grandissimo di piante i frutti monospermi e i semi hanno caratteri esterni di figura, colorazione, superficie tanto divergenti dai soliti caratteri esterni degli altri organi dei vegetali che non si puó a meno di restarne impressionati e di pensare che tutto ció deve avere un profondo significato.

Eppure intorno a questo studio biologico che riuscirebbe vastissimo e importantissimo, non abbiamo fin qui che brevi, e poco concludenti cenni dati da pochissimi autori.

Limitandoci per ora a sfiorare appena questo soggetto, esterneremo la nostra opinione che nella maggior parte dei casi detti caratteri siano fenomeni di mimismo.

Presso numerose specie di piante, i frutti (*Polygonum, Atriplex* ecc.), i semi (Amarantacee, Chenopodiacee ecc.) hanno apparenza di corpuscoli bruni, levigati, nitidi e lucidi. Presso altre piante (Cariofillee, Scrofulariacee, *Hyoscyamus*, *Argemone* ecc.) piccoli semi a superficie areolata hanno caratteri esterni curiosamente conformi.

Già accennammo che i semi di più specie di *Commelina* con mirabile esattezza imitano l' apparenza di bruni sassolini.

L' *Amsonia latifolia* e l' *A. angustifolia* hanno semi che imitano assai strettamente pezzetti di legno.

I semi di *Ricinus* imitano la figura d'un coleottero, di cui l' otturatore rappresenterebbe la testa.

Più deciso poi é il mimismo dei frutti e semi che imitano piccoli coleotteri e piccoli bachi.

Segnalati esempi di questo mimismo con bachi di insetti sono alcune tra le achene di *Calendula* e *Dimorphotheca* giusto i riferiti studi di Lundström (l. c.). Le achene di *Picridium* riferiscono sorprendentemente la medesima sorta di bachi imitati dalla *Dimorphotheca;* e molte Cicoriacee, come a suo luogo riferimmo, hanno bellissimi e varî caratteri di mimismo entomomorfo.

I mericarpii d' alcune specie di *Lavatera* hanno stupenda rassomiglianza con piccole larve di insetti, mentre in altre malvacee analogo uffizio mimetico é esercitato dai loro semi.

Questi ed altri molti esempi che tralasciamo, per essere brevi, mostrano quanto siano generalizzati presso le piante superiori i fenomeni di mimismo dei frutti (monospermi) e dei semi.

Ma ora trattasi d' investigare le cause di tale fenomeno; in altre parole di rappresentarci l' ufficio, il significato funzionale di questo mimismo.

L' argomento, per quanto sappiamo, non è stato fin qui toccato che dal solo Lundström (Pflanzenbiologische Studien, II, pag. 74-76, 1887) e da Giovanni Ettore Mattei (*Disseminazione delle piante,* Siena, 1888, pag. 13-14).

Lundström si restringe agli achenii entomomorfi di *Calendula* e *Dimorphotheca,* e crede di dare ragione del mimismo da essi spiegato, con ammettere che siffatti fruttini siano indiziati ad essere ingoiati da uccelli insettivori, i quali, ingannati dalla loro apparenza vermiforme li ingerirebbero nello stomaco, e, non potendoli digerire, li evacuerebbero in stato d' incolumità, e ne promuoverebbero così la disseminazione a distanza. Subalternamente profferisce altresì la congettura che formiche ed altri insetti, scambiandoli con larve, giovino a trasportarli e a disseminarli.

Contro queste congetture di Lundström si possono accampare obbiezioni a nostro parere validissime.

Ammettiamo pure che un uccello divoratore di bruchi, s' imbatta per la prima volta in qualcuno di questi achenii o semi entomomorfi, e che, ingannato dall' apparenza, dia di becco ad uno di essi. Egli è certo che *ipso facto* si accorgerà dell' errore, perocchè all' apparenza non rispondono punto altri e più essenziali caratteri, per esempio il carattere della mollezza che è propria del corpo di bruchi.

Quanto a me non dubito che l' uccello insettivoro, appena avvertita la durezza legnosa di quelli achenii, tanto diversa dalla solita mollezza dei bruchi, li rigetterà senz' altro. Presso a poco lo stesso argomento vale per le formiche.

Inoltre, contro Lundström, osserviamo che nella massima parte dei casi, come è notissimo per gli esempi che se ne hanno nel regno animale, il mimismo ha semplicemente un' azione protettiva. Accenniamo alle mirabili foglie viventi (Ortotteri, Lepidotteri), (1) a un caso segnalato del prof. Carlo Emery di un gorgoglione, che ha il corpo vestito di una meravigliosa livrea licheniforme, alla *Volucella bombylans,* la cui livrea imita il vestito del *Bombus lapidarius,* nei cui nidi essa vive parassitica, la *Milesia crabroniformis* che, massimamente quando vola, non è guari possibile distinguere dal calabrone (2), ecc. ecc.

---

(1) Il primo che ne ha parlato, salvo errore, è Antonio Pigafetta (nel suo *Viaggio intorno al mondo*), il quale giunto in una isola presso Borneo, con singolare ingenuità ci riferisce quanto segue: « Ancora in quel luogo trovarono un arbore che aveva le foglie, le quali come cadevano a terra, camminavano come se fossero state vive. Queste foglie sono molto simili a quelle del moro; hanno da una parte e dall' altra come due piedi, corti e appuntati, e schizzandoli non si vede sangue; come si tocca una di dette foglie, subito si muove e fugge. Antonio Pigafetta ne tenne una in una scodella per otto giorni, e quando la toccava andava attorno attorno la scodella e pensava che ella non vivesse d' altro che di aere ».

(2) Ho tante volte presenziato la grande utilità che ne viene a questo innocente insetto dal rassomigliare il calabrone. Il calabrone è il suo pessimo nemico, gli fa una caccia spietata, ma questa necessariamente viene ad essere molto contrariata dal fatto che spessissimo un calabrone,

Laonde riteniamo molto più plausibile la congettura esternata dal Mattei (l. c.) che il mimismo nei semi abbia per iscopo la protezione dei semi stessi contro gli uccelli granivori, ingannandoli con false apparenze di sassolini od animalcoli. — Adunque agli uccelli granivori e non agli insettivori sarebbero coordinati i sovradetti fenomeni di mimismo.

§ X. - Conclusioni.

Le cause della eterocarpia e dell' eteromericarpia possono essere diverse.

Talvolta sono la espressione di un duplice adattamento a due diversi agenti di traslazione dei semi. Ma questo è un caso più raro.

Il caso di gran lunga più frequente, il caso generale si è che detta diversità è in relazione a due modalità di disseminazione; cioè alla disseminazione *in loco* e alla disseminazione a distanza. Allora è la espressione della divisione di lavoro, poiché le due disseminazioni non sono più abbandonate a mera eventualità, come presso le specie isocarpiche e isomericarpiche, ma ciascuna delle due è assegnata a propria forma di frutto o di porzione di frutto.

La eterocarpia ed eteromericarpia si svolgono esclusivamente sopra piante erbacee, quasi sempre anzi sopra specie annuali.

La disseminazione a distanza è talvolta eriofila, più spesso anemofila, più spesso ancora idroanemofila.

La disseminazione *in loco* è eseguita o per cascata di semi denudati, o previo un processo di marcescenza pei semi indissolubilmente vincolati alla pianta madre mediante un tessuto che non produce disarticolazione.

Quando è perfettamente scolpita la suaccenata legge della divisione del lavoro, sono quasi sempre consociati i caratteri della omogamia e della disseminazione *in loco*, nonchè i caratteri della staurogamia e della disseminazione a distanza.

Questa consociazione è altamente razionale ed istruttiva: l' omogamia infatti è ottima per conservare i caratteri di adattamento *al luogo stesso*, mentre la staurogamia è ottima per predisporre possibilità di caratteri diversi adatti *a luoghi diversi.*

La evoluzione della eterocarpia nelle Cicoriacee e quella della eteromericarpia nelle Crucifere forniscono un ottimo criterio di classificazione delle piante stesse.

---

credendo d' acciuffare una *Milesia*, acciuffa un altro calabrone con grave sua contrarietà e pericolo: queste cose notai non solo in parecchie località della Liguria, ma eziandio in Toscana presso Firenze.

SIERO ANTIRABICO AD ALTO POTERE IMMUNIZZANTE APPLICABILE ALL' UOMO

MEMORIA

DEI

Prof. G. TIZZONI e Dott. E. CENTANNI

(Letta nella Sessione del 10 Dicembre 1893).

Con una serie di ricerche già da lungo tempo iniziate in questo Laboratorio, noi ci siamo proposti di risolvere i problemi fondamentali che si riferiscono alla sieroterapia nella rabbia.

Dopo i primi risultati molto favorevoli ottenuti nel campo sperimentale, che dimostravano la possibilità, col siero di sangue di animali vaccinati, di prevenire la rabbia e anche di curarla dopo sviluppata, noi volendo passare all' applicazione dei nostri studi sopra l' uomo, abbiamo sentito il bisogno di risolvere prima i seguenti quesiti:

1°. Se i risultati sperimentali da noi ottenuti sopra il coniglio, potessero estendersi anche ad altre classi di animali, sopra tutto ad animali di grossa taglia, che ci permettessero di avere quantità sufficienti di principio immunizzante.

2°. Se fosse possibile innalzare l' immunità di questi animali a gradi molto elevati, in modo da ricavare da essi un siero di attività corrispondente ai bisogni della pratica.

3°. Tracciare la curva completa rappresentante la ricchezza del principio immunizzante nel sangue dell' animale vaccinato, a seconda del tempo trascorso e della dose di vaccino impiegata, per determinare il momento più opportuno per la presa del sangue.

Noi abbiamo scelto come animali di esperimento le pecore ed i cani, ed ogni animale ha ricevuto 10 iniezioni in giorni alternati di gr. 0,33 di virus fisso per ogni kg. di peso corporeo, progressivamente meno digerito secondo il metodo italiano.

Il siero di sangue ricavato da questi animali a varia distanza dopo la vaccinazione, veniva saggiato secondo il metodo proposto dal Behring pel tetano, iniettandolo cioè a dose variabile ad una serie di conigli, cui si praticava dopo 24 ore l' infezione sotto la dura madre con virus di cane, che uccideva i controlli in 17-19 giorni.

Per assicurarsi dell' esito dell' esperimento, questi animali sono stati tenuti in osservazione un tempo non inferiore a 6 mesi, sino a quando cioè, per quel che noi abbiamo potuto osservare, può considerarsi completamente allontanato il pericolo dello sviluppo di una rabbia tardiva.

I risultati di questa nuova serie di ricerche saranno più minutamente esposti in altro lavoro: intanto in ordine ai quesiti di sopra enumerati, possiamo fin d' ora dire quanto appresso.

I fatti sperimentali per la preparazione del siero antirabico osservati sopra il coniglio, hanno avuto la loro piena conferma applicati sopra i grossi animali da noi adoperati. Abbiamo anzi potuto notare che questi animali offrono condizioni più favorevoli del coniglio, riuscendosi in essi, con dosi proporzionatamente inferiori di vaccino, a raggiungere nel siero un potere più elevato.

Di più è risultato anche che il siero antirabico proveniente da due animali di diversa specie del coniglio, quali la pecora ed il cane, ha il potere di agire sopra l' infezione rabida di questo animale, non altrimenti che il siero tratto da animali della stessa specie.

E infine, tenendo conto del tempo per cui gli animali furono lasciati in esperimento, possiamo affermare che il siero di sangue di animali vaccinati, quando sia iniettato a dose sufficiente, è capace di spiegare, anche sopra infezioni a periodo d' incubazione così lungo come la rabbia, degli effetti durevoli e sicuri.

Per riguardo al secondo quesito, dobbiamo dichiarare fin da ora che è possibile d' innalzare il potere immunizzante del siero degli animali vaccinati contro la rabbia, ad un grado tale che lo renda atto ad essere applicato sopra l' uomo. Il titolo massimo, infatti, sinora raggiunto nei nostri animali, sta fra 1 : 25 mila e 1 : 50 mila, determinando questo grado sempre colla quantità di siero che è capace d' impedire in modo durevole nel coniglio trapanato lo sviluppo di qualsiasi manifestazione morbosa.

In altre parole, considerando semplicemente il siero ad 1 : 25 mila, questo titolo significa che per salvare dall' infezione sottodurale di virus di cane un coniglio del peso di 2 kg. bastano non più di cmc. 0,08 di siero iniettato in una sola volta sotto la cute. Per l' uomo poi del peso medio di 70 kg. la dose immunizzante non supera cmc. 2,80; e riducendo il siero allo stato solido, di cui abbiamo dimostrato la perfetta conservabilità, si ha una polvere del titolo di 1 : 300 mila almeno, di cui dovranno bastare per l' uomo gr. 0,23, solubili in cinque volte il proprio peso di acqua.

Nè v'ha ragione per ritenere che questi risultati e questi calcoli non possano applicarsi all' uomo, ché anzi nell' uomo, meno recettivo del coniglio alla rabbia, e dove non si tratta di infezione cerebrale diretta, le condizioni d' immunizzazione debbono essere più favorevoli che nel coniglio, come ha dimostrato anche la pratica del metodo Pasteur.

Quanto alla curva poi del potere immunizzante del sangue, noi abbiamo potuto verificare anche nella rabbia la legge generale che tal potere è in istretto rapporto con la quantità di vaccino introdotto, e va crescendo per qualche tempo dopo la vaccinazione, per poi regredire lentamente.

Così al 5° giorno dopo finita la vaccinazione, la pecora ha un potere fra 1 : mille e 1 : 5 mila; il cane invece, forse in rapporto alla maggiore reazione locale che rallenta il riassorbimento del vaccino, ha un titolo un po' inferiore, essendo il coniglio trattato con la stessa dose morto con forte ritardo dopo 4 mesi. Al 10° giorno la pecora ed il cane vanno concordemente a 1 : 10 mila. Al 20° giorno la pecora a 1 : 20 mila. Al 27° giorno entrambi gli animali sono fra 1 : 25 mila e 1 : 50 mila. Dopo questo momento sembra che la curva cominci a discendere, per cui finora noi riteniamo che il momento più opportuno per la presa del sangue sia verso il 25° giorno dalla praticata vaccinazione.

Questi dati peraltro non li diamo come assolutamente definitivi: noi non abbiamo ancora spinto la dose della vaccinazione sino all' ultimo limite di resistenza dell' animale, e di più quei risultati sono ottenuti sopra animali intatti; non dubitiamo quindi che, elevando la dose del vaccino e rinforzando con ulteriori vaccinazioni un' immunità già stabilita, potremo arrivare a titoli anche più elevati da corrisponder meglio e più largamente ai bisogni della pratica.

Questi i risultati sperimentali ottenuti da noi sulla vaccinazione degli animali contro la rabbia e sulla potenza del siero immunizzante che con questa vaccinazione si può ottenere: risultati, dei quali non si può disconoscere la decisa superiorità di fronte a quelli che permisero al Pasteur di passare all' applicazione del suo metodo sopra l' uomo.

Il nostro vaccino infatti, in confronto con quello del Pasteur, presenta dal lato sperimentale i seguenti vantaggi: efficacia in qualunque periodo dell' incubazione fino alla comparsa dei primi sintomi rabbiosi, azione quasi istantanea, assoluta mancanza di virulenza e di qualsiasi altra azione nociva, trattamento rapido con una o poche iniezioni e con minime quantità di materiale, solubilità completa e quindi facile assorbimento di esso, lunga conservabilità allo stato secco, onde se ne potrà fare con tutta facilità l' applicazione a domicilio da qualunque sanitario.

Che se si sono ottenuti questi vantaggi, si deve sempre riconoscere che essi non sono altro che il risultato di perfezionamenti ai metodi attuali

di vaccinazione creati dal Pasteur, e d'aver raggiunto quell'ideale verso cui erano dirette le aspirazioni del Pasteur stesso, quando, appunto riferendosi alla rabbia, scriveva: « L'intérêt qu'offrirait la vaccination par des moelles non virulentes n'a pas besoin d'être signalé. Ce serait à la fois un fait scientifique de premier ordre et un progrés inappréciable de la méthode de prophylaxie de la rage ».

Attualmente stiamo preparando una discreta quantità di animali per dar principio all'applicazione della sieroterapia contro la rabbia sopra l'uomo. Delle due specie d'animali sperimentati noi diamo la preferenza per la fabbricazione in grande del rimedio alla pecora, perchè questo animale, mentre fornisce un prodotto di egual potere che il cane, al contrario di esso assorbe rapidamente con minima reazione locale il nostro vaccino italiano, è un soggetto per le manovre operatorie e pel genere d'infezione più trattabile, e inoltre da eguale volume di sangue lascia separare un siero più abbondante e limpido.

Quando il nostro rimedio fra poco tempo sarà pronto e controllato, noi ne cominceremo l'impiego pratico col consigliarne l'applicazione sopra le persone morsicate da animali sospetti di rabbia, e lo metteremo a disposizione di chi, per qualsiasi ragione, non potesse sottoporsi al trattamento Pasteur. Ma anche a quelli che si sottopongono a questo metodo, noi consigliamo di adoperare il nostro rimedio come ausiliario nelle condizioni più difficili, in cui l'esperienza ha già dimostrato che il sistema Pasteur offre le minori probabilità di riuscita, quali: i trattamenti intrapresi molto tardivamente dopo le morsicature, le lesioni profonde e multiple al capo, la morsicatura di animali a rabbia con periodo d'incubazione breve, come i lupi.

Intanto non lasciamo nei nostri esperimenti di spingere, come abbiamo detto, la potenza del siero antirabico ai massimi gradi, raggiunti i quali metteremo il metodo stesso al più arduo cimento, quello cioè della cura nell'uomo della rabbia sviluppata.

INTORNO AD UN FETO UMANO

PRIVO DEGLI ORGANI GENERATIVI E DELL'URETRA

(AGENOSOMA)

MEMORIA

DEL

PROF. CESARE TARUFFI

(Letta nella Seduta del 14 Gennaio 1894).

(CON UNA TAVOLA)

Avendo ottenuto dalla Scuola Ostetrica per il Museo Patologico alcuni preparati di teratologia che non avevano alcun rapporto scientifico colla medesima, tosto rimasi colpito da un feto immaturo per la enormità del ventre da superare una grave ascite. Nello stesso tempo mi avvidi che l'addome era stato tagliato e poi cucito e poscia seppi che il preparato era conservato in detta scuola da tempo immemorabile senza alcun cenno storico. Malgrado tali circostanze mi accinsi all'esame sperando che le alterazioni principali fossero ancora riconoscibili, lo che in gran parte si è verificato.

Osservazione — Il feto era conservato in un vaso pieno d'alcool assai debole e sospeso al coperchio mediante un filo che traversava il sincipite: questo modo di sospensione aveva resa la sommità di forma piramidale (ciò che è stato corretto nel disegno) ed il rimanente della testa assai allungato (Vedi fig. 1 ridotta a $^2/_3$ dal vero). Il feto misurava in lunghezza 150 mill. e pesava (escluso il funicolo ombelicale e la placenta) 180 grammi; esso non aveva peli sul cuoio capelluto; le unghie però erano accennate, e mostrava gli arti assai gracili coi piedi torti all'esterno (Vedi fig. 2).

Il ventre, straordinariamente ingrandito, presentava la forma ovoide colla estremità ristretta in alto, e discendeva fino al punto da nascondere anteriormente gli arti inferiori. Nella sua linea mediana fra il terzo medio e l'inferiore s'inseriva il funicolo ombellicale, il quale era assai esile e

continuava dall' altro lato colla placenta relativamente piccola. Sollevando la parte pendente dell' addome, a primo aspetto non apparivano gli organi generativi esterni, ma esaminando con molta attenzione si riconoscevano i contorni d'un piccolo scroto, lievemente sollevato col suo rafe iniziale, e superiormente al contorno sporgeva una piccola papilla semisferica non maggiore della testa di uno spillo, nella cui sommità si vedeva un foro cieco, in guisa che la papilla somigliava ad un glande rudimentale, senza prepuzio (Vedi la fig. 3, grande al vero).

Riaperto l' addome sul lato sinistro, ove vi era la cucitura, con gran sorpresa trovai il ventre pieno di bambagia, intrisa d' alcool, tolta la quale vidi una grande cavità, fornita d'una parete propria e separabile dalla parete addominale, che non conteneva alcun viscere, sicchè facilmente si escludeva trattarsi della cavità peritoneale. Essa superiormente aveva innalzato il fegato ed il diaframma, nel suo diametro longitudinale misurava 7 cent. e nel trasversale maggiore 6 cent. senza divaricare gli ilei. La parete del sacco aveva uno spessore assai maggiore di quello che possedeva la parete addominale, avvertendo però che questa era molto assottigliata.

Venendo ai caratteri esterni del sacco, noteremo che dal lato anteriore era levigato e che superiormente aderiva ad un tratto intestinale flaccido, diretto a destra, ove finiva a fondo cieco e che dall' altro lato il tratto suddetto era in continuazione con un gomitolo intestinale posto sotto il fegato. È pur degno di nota che il funicolo ombelicale non ancora disgregato giungeva contro il sacco ove si fissava e dal punto d'inserzione partiva un filamento, pur esso aderente, che discendendo descriveva un arco a sinistra, da far supporre trattarsi dell' arteria ombelicale di quel lato, sebbene fosse irriconoscibile qualunque rapporto colle iliache.

Il sacco veduto posteriormente era parimente levigato, eccetto che dal lato superiore, in cui vi erano tratti velamentosi, e brevi filamenti fibrosi (effetto dei rapporti congiuntivali tagliati), ed eccetto due corpiccioli rossastri, di consistenza carnosa aderenti al sacco, in corrispondenza ai lati della colonna vertebrale, di cui il sinistro era incirca della forma e della grandezza di un fagiuolo, ed il destro alquanto più grande e deformato. Ambidue riconobbi abbastanza chiaramente per reni mediante il microscopio (1).

Passando all' interno del sacco, vidi tosto che la parete era anche da questo lato levigata e pallida, eccetto che in corrispondenza del fegato ove

---

(1) Sebbene i tagli dei reni resistessero a varii metodi di coloramento, nulladimeno in quelli del rene sinistro si riconoscevano sufficientemente alcuni glomeruli Malpighiani colle rispettive capsule, nonchè alcuni tubi collettori, lo che non si vedeva così chiaramente nei tagli del rene destro.

era rossastra. In corrispondenza all'inserzione del funicolo rinvenni un orlo circolare col fondo chiuso, capace di ricevere un grano di miglio, e questo foro lo giudicai per l'ingresso dell'uraco già obliterato. Esaminando la parte posteriore ed interna del sacco, trovai superiormente a sinistra un piccolissimo orificio che permetteva l'ingresso d'uno stecchino, il quale dopo un breve tragitto giungeva nel corpo simile ad un fagiuolo suddetto, sicché nacque tosto il pensiero che il tragitto percorso fosse nell'uretere ed il corpicciuolo fosse un rene. Cercando poi a destra un foro analogo trovai invece una breve fessura che permetteva per breve tratto l'ingresso d'una setola di maiale, ma non raggiungeva il corpicciuolo di maggior mole, sicché dubitai che l'uretere si fosse obliterato. Inferiormente al sacco non si rinvenne alcun meato.

Internamente all'addome e fuori del sacco, non trovai nè la milza, nè il pancreas, nè le capsule soprarenali, nè gli organi generativi, nè alcun indizio dell'uretra e della prostata. E come questi difetti non fossero sufficienti mancavano ancora l'intestino crasso, il retto, e l'orificio dell'ano. Rinvenni soltanto l'intestino tenue, i reni, la vescica, ed il fegato senza la cistifellea. Quest'organo aveva ancora di particolare la notevole atrofia dei suoi due lobi, senza comprendere i condotti biliari, i quali si vedevano distinti sulla superficie concava e confluire nel condotto epatico che andava direttamente all'intestino.

In quanto all'intestino, esso era ridotto ad un gomitolo che disteso si vide formato da una lunga ansa del tenue, col rispettivo mesenterio, la quale ad un capo mostrava un piccolo rigonfiamento, che ricordava la forma dello stomaco, e che superiormente finiva cieco aderendo al diaframma; l'altra estremità dell'ansa finiva parimente chiusa, ed aderiva alla parte superiore del sacco suddetto.

Venendo ora alla parte superiore del feto, avvertiamo che omisi l'esame della testa, essendo troppo alterata per sperare un reperto proficuo, sicché mi limitai ad osservare la bocca ed il cavo faringeo, ove non rinvenni nulla d'insolito. Nel collo non riuscii a riconoscere nè la tiroide, nè il timo; invece nel torace vidi tosto il cuore ben conformato, incluso nel pericardio, col tronco aortico manifesto, senza che fosse distinta l'arteria polmonare. In connessione coi rami dell'aorta vi erano a destra due lobi polmonari ed a sinistra uno solo. Introducendo una tenue sonda nella faringe, quella discendeva entro un solo canale piuttosto stretto, che aderiva con diramazioni poco riconoscibili ai due polmoni e che poscia si convertiva in un filamento diretto al diafragma, ove si perdeva. Aperto il canale, rilevai che le parti erano relativamente grosse, senza peró indizio d'anelli cartilaginei; e notai pure che non vi era alcun altro canale parallelo, sicché sospettai che si trattasse (come meglio apparve in altri casi) dell'esofago fuso insieme colla trachea in un canale unico.

Considerazioni — Confrontando fra loro i molti difetti trovati in questo feto risulta senza dubbio che quelli notati nell' addome sono i più gravi, da meritare speciali ricerche; ma per conoscere la loro importanza, cioè la frequenza d' ognuno tanto per sè solo, quanto per rapporto cogli altri, è indispensabile sapere lo stato della scienza in proposito, il quale per vero non fornisce generalmente che rare e disperse osservazioni che ci hanno obbligato a lunghe indagini per riescire a raccoglierle in buon numero.

Principiando dagli organi generativi esterni, ricorderemo che il pene nel nostro feto era rappresentato da una lieve papilla semisferica, liscia all' estremità, ove si vedeva un piccolo foro cieco di figura ellittica, senza indizio di prepuzio. Ora cercando osservazioni simili, abbiamo avanti tutto trovati 14 esempi in cui mancava completamente il pene (1), sicchè devesi aggiungere nei trattati anche questo difetto, e negli esempi suddetti vi era la presenza dello scroto, ora provveduto ed ora senza testicoli; ed in tal caso il sacco appariva avvizzito, ma non rudimentale. In 9 fra gli esempi suddetti l' orina fluiva da un foro uretrale posto immediatamente sopra lo scroto ed in 4 (Oss. 7, 10, 15, e 16), la vescica direttamente o mediante l' uretra s' apriva nell' intestino retto. È poi degno di nota che negli archivi della scienza non ogni annunzio di mancanza del pene è esatto, perchè talora trattasi soltanto dell' apparenza, essendo esso occultato in una fessura dello scroto, come risulta dalle osservazioni di Testa, di Steinhaus (2) e di pochi altri, che abbiamo ricordati altrove (3).

Se questi fatti rispetto al pene non collimano precisamente col nostro, ve ne sono altri due che si avvicinano maggiormente, meno che nelle complicazioni (Vedi Nota 1.°, Oss. 13 e 17). Il primo appartiene a Facen medico in Venezia, che vide un uomo di 30 anni fornito del glande col meato urinario pervio, senza il resto del pene e senza il prepuzio, e cotesto glande non era suscettibile di stiramento. Differiva poi dal nostro caso, in quantochè lo scroto in luogo d' essere rudimentale si mostrava bipartito, ed ogni parte conteneva un testicolo; nulladimeno l' uomo aveva le apparenze di femmina. Il secondo esempio di pene rudimentale fu trovato in un feto da Voll; colla differenza che il pene era ridotto ad un piccolo corpo situato contro il pube, e che solo il microscopio permise di riconoscerlo, e che lo scroto era bensì piccolo ma conteneva un testicolo.

---

(1) Vedi in fine le Nota 1ª. Egli è probabile che continuando le ricerche si possa aumentare il numero dei casi in cui mancava il pene, e già avvertiamo che Debierre (Anatomie; Tom. II, p. 706) cita Revolat senza dare l' indicazione bibliografica. Fra le 13 osservazioni vi sono la 1ª, 5ª ed 11ª a cui s' aggiungeva l' atresia dell' ano.

(2) Vedi la Nota suddetta. Oss. 4ª e 12ª.

(3) Vedi la Nota 2ª. Oss. 8. Qui abbiamo aggiunti anchi i casi in cui il pene in luogo d' essere infossato nello scroto era soltanto aderente, poichè si possono i primi considerare l' effetto più precoce dello stesso processo che ha generato i secondi.

Passando ad esaminare lo stato della scienza rispetto ai difetti congeniti dello scroto, per limitare il nostro discorso ommetteremo di ricordarè le anomalie riscontrate negli ermafroditi veri od apparenti, e posticiperemo l'esame dei casi in cui alla mancanza dello scroto s'aggiungeva quello del pene, per far precedere il ricordo di 5 osservazioni in cui la mancanza dello scroto era semplice (Vedi Nota 3.ª in fine). In queste però la semplicità non era completa, poichè vi era bensì il pene, ma assai ridotto di volume, e già si può prevedere quanto risulterà meglio dai fatti ulteriori, cioè una correlazione quasi costante fra i difetti di sviluppo di un organo generativo esterno con quelli dell'altro parimenti esterno, mentre tale regola non si verifica cogli organi interni; difatto in alcuni dei casi citati, in luogo di mancare vi erano i testicoli. In niuno poi dei medesimi si verificò lo sviluppo iniziale dello scroto che abbiamo rinvenuto nel nostro feto, ma tale differenza non è di gran momento.

Venendo ora alla mancanza contemporanea dei due organi generativi esterni, essa era stata avvertita da lungo tempo nei mostri senza cuore e senza cervello (*angi-omfalo-pago*) (1), così pure in quelli che hanno i due arti inferiori insieme fusi più o meno completamente (*sirenomeli*) (2), ed assai spesso nei casi di estrofia vescicale, sia semplice, sia in istato di cloaca specialmente nelle femmine (*ipogastro-etro-schisi*) (3). Ma a tale proposito è d'avvertire che avanti fosse conosciuta la natura di questa deformità, essa veniva indicata talora per la mancanza degli organi generativi (Vedi in fine Nota 4.ª). Chi poi ha il merito d'aver riconosciuta che tale mancanza accade ancora come un fatto primitivo, fu Gurlt nel 1832, che basandosi su tre osservazioni (un vitello, un maiale ed un cavallo) ricavò il genere *Perocormus anaedoen* (4), che poi confermò nel 1877 aggiungendo la descrizione d'un agnello per nuovo esempio (5).

Questo genere non fu però accolto nella Teratologia umana, forse per mancanza d'osservazioni, e non può dirsi in contrario che Stefano Geoffroy Saint-Hilaire chiamò *agenosomus* un feto con sventramento intestinale, senza organi generativi, e che il figlio Isidoro dalla combinazione dei due difetti ne ricavò un genere appartenente alla famiglia *dei celosomi* col medesimo titolo (6); perchè invece occorreva trovare nella specie umana

(1) Taruffi C. — « Storia della Terotologia ». Tom. II, p. 188.

(2) Idem — Ibidem Tom. VII, p. 523. Ai casi ivi citati si può aggiungere il seguente:
Baster Job. — « Descriptio foetus monstrosi sine ullo sexus signo » Tab. II, fig. 1 « Philosophical Transactions » Vol. 46, for the Years 1749 and 50, s. 479.
Trattavasi di un sirenomele, come chiaramete apparisce dalla figura.

(3) Idem — Ibidem Tom. VII, p. 463 e 501.

(4) Gurlt E. F. — « Lehrbuch der pathologischen Anatomie » Theil II, s. 94, Art. (specie) 17.

(5) Idem. « Ueber thierische Missgeburten ». Berlin 1877, s. 16.

(6) Isid. Geoffroy Saint-Hilaire — « Des Anomalies etc. » Tom. II, Livr. 1°, Chap. 3°; 1836.

dei fatti semplici, come rinvenne Gurlt e dai medesimi ricavare l'*agenosomus*. Questi fatti per vero già in parte preesistevano ed in parte si sono aggiunti posteriormente, in guisa che noi ne abbiamo potuto raccogliere 22 in cui la mancanza degli organi sessuali esterni era completa, e che perciò non somigliano completamente al nostro caso, e 4 in cui gli organi esterni erano appena accennati (Vedi Nota 5.ª); avvertendo che abbiamo escluse tutte quelle femmine in cui l'aderenza congenita delle grandi labbra simulava l'agenosoma (Vedi Nota 6.ª). Quando però diciamo di raccogliere i fatti semplici, non neghiamo le complicazioni, ma non vincoliamo una cosa coll'altra, e molto meno comprendiamo i casi in cui si può considerare la mancanza degli organi per un fatto secondario come negli acardiaci (od acefali) e nei sirenomeli.

Niuno a nostra cognizione essendosi occupato di questi fatti, ci permetteremo d'aggiungere alcune risultanze che abbiamo ricavate dal confronto dei medesimi: ed avanti tutto diremo che la necroscopia ha rilevato sufficienti caratteri per ammettere che pei 26 casi, 8 appartenevano al sesso femminino (Oss. 5, 13, 16, 18, 19, 20, 22, 23) e 5 al sesso maschile (4, 6, 10, 12, 14), mentre gli altri o non furono sezionati o fornirono un risultato negativo (Friese, Pinard); e questi provano che non vi è un rapporto necessario fra gli organi esterni ed interni nel loro sviluppo (1). È pur notevole la proporzione dei casi in cui fuvvi atresia dell'ano con o senza mancanza dell'intestino retto, poichè ciò si verificò 15 volte, ed una sola volta si trovò un semplice restringimento; havvi poi l'osservazione di Mueller in cui oltre il retto mancava in gran parte il colon. Singolare è ancora la complicazione veduta alcune volte, che uno od ambedue gli arti inferiori erano difettosi, fino a mancare completamente (Schellier, Vrolik, Gurney, Mueller, Eisenack, ed Hubert).

Altre complicazioni si sono verificate, ma preferiremo di ricordare quelle che hanno più attinenza al caso nostro, cioè quelle che risguardano il sistema urinifero. In generale nelle osservazioni suddette sotto l'arco del pube vi era un foro uretrale pel quale scolava esternamente l'orina. Ma non tutte le volte il difetto era così semplice: per es. Friese dice che il solito frammento d'uretra era chiuso mentre vi era un tumore al perineo; e l'osservazione (N. 15) ci è giunta così imperfetta da non potere ricavare alcuna luce; altrettanto si dica di quelle di Kristeller e di Baistrocchi (Oss. 18, e 22), in cui la vescica era convertita in un gran sacco, ma non è data alcuna notizia sull'uretra; nulladimeno intorno a questo argomento aggiungeremo più avanti qualche altra notizia. Final-

(1) La indipendenza di sviluppo degli organi generativi esterni dagli interni, oltre essere in accordo coll'embriologia, l'abbiamo anche rilevata nel 1882 parlando degli omfalo-angiopaghi. Vedi la pagina stessa della *Storia* citata superiormente.

mente sono ricordati alcuni casi assai più gravi, in cui mancava la vescica e l'uretra (Hubert) e per fino mancavano i reni cogli ureteri (Schellier e Pinard).

Venendo alle 4 osservazioni in cui gli organi generativi esterni erano rudimentali, siamo obbligati di rinunziare a qualunque considerazione rispetto a quella di Ford (Oss. 5.ª) mancando d'ogni particolare; non faremo altrettanto per il caso singolare di Rossi, perchè trattavasi di una sposa che aveva chiusa la vulva e non appariscente la clitoride, mentre l'uretra e l'ano erano aperti, e superiormente all'ano vi era un foro impercettibile che permetteva l'escita dei mestrui e che si ritenne capace di dare adito agli spermatozoi: in ogni modo la sposa rimase incinta e fu fatta una strada artificiale al perineo per permettere la nascita del feto (Oss. 11.ª). Nel caso di Guttmann invece la vagina e l'uretra sboccavano insieme sotto la clitoride con un piccolissimo foro, e la clitoride aveva la particolarità di possedere tre corpi cavernosi (Oss. 23.ª).

Il caso per noi più importante è quello di Gurney, poichè in luogo dei genitali si vedeva un prolungamento cutaneo sotto il quale appariva un glande; lo che è precisamente simile a ciò, che sotto forma rudimentale, abbiamo veduto nel nostro caso, meno il prolungamento cutaneo; ed il nostro è parimenti simile al caso di Facen ricordato superiormente. Ci duole però che Gurney non abbia fatto la necroscopia per spiegare il suo silenzio intorno al volume dell'addome, raccontando egli che mancavano l'apertura uretrale e vaginale. Tranne l'analogia col glande, nè il caso di Gurney nè alcuno degli altri citati offre il numero e la gravità delle complicazioni che abbiamo rinvenute nel nostro caso.

Oltre gli organi esterni della generazione nel nostro aborto mancavano completamente anche gli interni, la qual cosa non è solo rara a combinarsi nel modo suddetto, ma non è neppure frequente per sè stessa: difatti le ricerche di Godard (1) e poscia di Gruber (2), non sono riuscite a raccogliere se non 8 esempi di mancanza di testicoli, dimostrata colla necroscopia; ed a questo tenue numero, però possiamo aggiungere tre altri esempi: uno dovuto a Marzuttini (3), l'altro a Neuhaus (4) ed

---

(1) Godard Ernest. — Absence congéniale des deux testicules. Gaz. Méd. de Paris 1860, N. 30, p. 461.

Godard cita ancora i casi d'Itard de Riez « Mém. de la Soc. de Méd., d'émulation. Paris Ann. VIII, (1803), p. 293 » e di Ansiaux « Journ. de Méd., Chir., et Pharm. de Corvisart. Tom. XIV, p. 262. Paris 1807 » senza riportare le prove, ed in quanto ad Itard possiamo affermare che non fu fatta la necroscopia.

(2) Gruber Wenzel. — « Ueber die congenitale Anorchie beim Menschen. Oesterr. Méd. Jahrbücher Bd. XV, s. 38 ». Wien 1868.

(3) Marzuttini G. B. — Vedi Taruffi: « Storia della Teratologia ». Tom. VII, p. 267; Oss. 5ª.

(4) Vedi in fine Nota 7ª; Oss. 9ª.

il terzo a Friese (1), ma con tutto questo torna vero quanto abbiamo annunziato che cioè non havvi correlazione necessaria fra i difetti degli organi interni con quelli degli esterni, poichè negli undici casi citati senza testicoli havvi solo quello di Friese (Oss. 6.ª) che era senza genitali esterni, e fra i 26 casi d'aplasia di questi, non abbiamo trovati se non lo stesso Friese, mentre Pinard ha recata una osservazione assai dubbia (2).

Anche rispetto alle alterazioni del sistema uro-poietico rinvenute nel nostro aborto non sono pur esse per sì sole del tutto nuove, poichè abbiamo già riportate le osservazioni di Kristeller e di Baistrocchi, in cui vi era ritenzione d'urina in vescica, in guisa che questa aveva assunto il volume della testa del feto (3), ma niuno dei due spiegò la ragione del fenomeno. Altrettanto si dica del caso simile di Cornelli (4) il quale dice che l'uretra era affetta da ipospadia e da alterazione dell'uretra, ma tace sulla causa della ritenzione. Nel nostro caso invece la ragione era palese, mancando l'uretra e l'orificio essendo chiuso; e tale difetto è stato notato più volte nelle femmine, recando invece l'incontinenza delle orine (Vedi Nota 8.ª), salvo il caso di Friese, di cui non si conosce il sesso, ed in cui l'uretra era rudimentale e chiusa.

È però vero che vi sono osservazioni col titolo *senza uretra*, ma esaminando il racconto si rileva che si trattava d'un grado massimo d'ipospadia; ed il primo ad indicare così inesattamente il fatto fu Tulpio (5); e ciò che maggiormente sorprende si è che Voigtel (6) ricorda il fatto stesso come un esempio di mancanza d'uretra. Siamo poi dolenti di non avere potuto verificare le osservazioni di Murray, di Monro, e di Herold (citati da Meckel (7)) per sapere se hanno evitato così grossolano equivico. È però vero che Schellier ed Hubert non solo videro la mancanza dell'uretra ma ben anche della vescica (ciò che non ha alcuna analogia col caso nostro) e Pinard trovò perfino la mancanza dei reni (8). Questi fatti erano associati al difetto degli organi generativi esterni, ma essendo troppo pochi non giovano, anzi contradicono alla legge

---

(1) Vedi Nota 6ª; Oss. 15ª. In questa nota abbiamo anco riprodotta l'osservazione di Pinard (n. 21), ma non azzardiamo di aggiungerla ai casi di mancanza di testicoli non avendo egli esclusi che tali fossero due corpicciuoli trovati nell'addome.

(2) Vedi Nota 5ª. Oss. 15ª e 21ª.

(3) Vedi Nota 5ª in fine. Oss. 18 e 22.

(4) Cornelli A. — « Ueber einen Fall von Geburtshinderniss bedingt durch Ausdehnung der fötalen Harnblase » Wien. Med. Wochenschrift N. 37; 1879 — Jahreshericht für 1879, Bd. I. s. 254 (5). Vedi Nota 8ª in fine.

(5) Tulpio Nicola. — « Observationes » Libr. IV, Cap. 36. Amstelodami 1672 (Nova editio).

(6) Voigtel F. G. — « Handbuch der Pathol. Anat. » Bd. III, s. 348. Halle 1805.

(7) Meckel J. F. — « Handbuch der Pathologischen Anatomie » Bd. I, s. 654. Leipzig 1812.

(8) Vedi Nota 5ª Oss. 15ª, 21ª, 24ª.

di Ahlfeld (1) così espressa. « Quando mancano i genitali esterni, *senza eccezione* si trova la corrispondente mancanza od imperfezione della vescica, degli ureteri (secondaria a quella dei reni), della vagina, dell'utero, e spesso dell'intestino retto ».

Finalmente nel nostro feto non vi era soltanto l'atresia dell'ano, ma mancava tutto l'intestino colon compreso il cieco. Ora quanto è comune il primo fatto altrettanto è raro il secondo, come è rara la enorme distensione congenita della vescica che forse fu causa dell'aplasia: difatto notevole mancanza dell'intestino crasso è stato soltanto ricordata da Baudeloque (2) il quale dice che in un neonato del colon non vi era che il cieco senza l'appendice vermiforme; da Mueller che trovò oltre la mancanza del retto solo una porzione del colon (Vedi Nota 6.ª, Oss. 19); e da Schuppert (3) che rinvenne il colon discendente convertito in un cordone; ma la mancanza dell'intero colon insieme al cieco non fu descritta che da Hersing (4). Lo stesso caso è stato descritto in una vitella da Alessandrini (5); mentre nel puledro del Reefer e Melean (6) non si trattava di mancanza ma della disgiunzione fra il colon ripiegato ed il fluttuante.

---

(1) Ahlfeld F. — « Archiv. für Gynaekologie » Berlin 1879; Bd. XIV, s. 282.

(2) Baudeloque — « Sédillot recuel périodique » Tom. I. — Quest'indicazione è data da Meckel « Handbuch der pathol. Anat. Bd. I, s. 500 » ed è falsa. Ma ciò che ci rincresce maggiormente si è che neppure coll'aiuto di colleghi sono riuscito a rettificarla.

(3) Schuppert — « Absence congenitale du colon discendant » New Orleans Med. Tom. V, N. 2; 1858 — Kanstatt für 1859; Bd. IV, s. 7.

(4) Hersing. — « Zeitung Med., herausgegeb. von dem Verein für Heilkunde in Preussen »; Bd. XV, N. 15; 1845 — Citato da Förster « Die Missbildungen », s. 124.

(5) Alessandrini Antonio. — « Catalogo del Gabinetto d'Anatomia comparata ». Bologna 1852. Sezione X, N. 2343, p. 424.

(6) Reefer e Melean. — « Giornale ital. di Veterinaria Militare ». Anno 1°, N. 11, p. 344, 1888 — Artic. tratto dai Giornali inglesi.

Nota 1.ª — Senza pene, o col pene rudimentale.

Osservazione 1.ª — **Schenck J. G.** figlio — *Observationum medicarum rararum.* Francofurti 1609, p. 577. Libr. IV.

Nacque un fanciullo con un' ernia ombellicale, senza pene, però col foro uretrale pervio, da cui gemeva l' urina. Il fanciullo aveva lo scroto provveduto dei due testicoli.

Osservazione 2.ª — **Bartholino T.** — *Historiarum anatomicarum rariorum Cent. I.* Amstelodami 1654. *Obs.* 65. — *Vir sine pene et podice.*

Osservazione 3.ª — . . . . . **Castera** — *Description d' un enfant avec un scrotum, mais la verge manquait entièrement* etc. — *Hist. et Mém. de la Soc. R. de Médecine de Paris. Ann.* 1780 et 1781 — *Hist.* p. 323.

Osservazione 4.ª — **Testa Antonio Giuseppe** Ferrarese — *De re medica et chirurgica.* Ferrara 1781. Epistola IV, cap. 20, p. 145.

Nell' anno 1778 fu condotto all' ospedale di Santa Maria Nuova a Firenze un bambino di tre mesi, robusto e florido, al quale mancavano il pene e lo scroto, e neppure esistevano le grandi labbra. Nel luogo dove suolsi trovare il pene nel maschio i tegumenti erano alquanto rialzati, e divisi in mezzo da un solco che simulava una vera rima muliebre. Nannoni per mezzo di uno specillo si accorse che in questo solco si trovava un foro, ed allontanati alquanto i due labbretti che lo coprivano, vide sotto di essi un vero glande, benchè piccolo: perciò non vi fu alcun dubbio che quei labbretti non dovessero considerarsi come il prepuzio. Negli inguini si trovavano due prominenze che egli sospettò dovessero contenere i testicoli, quantunque non fossero discernibili, nè col tatto, nè colla vista. Quel solco sopra notato non era che il setto dello scroto rimasto diviso.

Osservazione 5.ª — **Carminati Domenico** — *Nota al Dizion. di Chir. del Louis* (trad. dal francese). Venezia 1795, Vol. III, p. 60.

Estrasse un feto idrocefalico, coll' ano imperforato. A questo feto mancava il pene, quantunque avesse i testicoli nello scroto.

Osservazione 6.ª — **Heyfelder J. F. H.** — *Schmidt's Jahrbücher* 1835, Bd. VIII, s. 125 — Ahlfeld. *Archiv. für Gynaekologie.* Bd. XIV, s. 279. Berlin 1879.

Feto idrocefalico con doppio labbro leporino, col petto stretto superiormente, largo inferiormente e coll' addome pendente simile a quello d' una gravida. Esso aveva uno scroto senza testicoli, che presentava nella sua estremità inferiore una produzione verrucosa, e l' ano chiuso. Mancavano il pene, l' intestino crasso, i reni, la vescica e i testicoli.

Osservazione 7.ª — **Himminger** — *Med. Chir. Zeitung* 1853, s. 824.

Neonato senza pene, con discesa dei testicoli. L' uretra s' apriva nell' ano.

Osservazione 8.ª — **Nelaton Aug.** — *Absence de pénis* — Gaz. des hôpitaux 1854, N. 12 — Kanstatt's für 1854, Bd. IV, s. 3.

Osservazione 9.ª — **Rörberg A. D.** — *Verhandl. schwedischer Aerzte i* Stockolm 1856-57 — *Journal für Kinderkrankheiten* Bd. XXXV. Erlangen 1860, s. 426.

Un fanciullo mostruoso aveva 7 dita alla mano sinistra, 6 alla mano destra, 6 al piede sinistro e 5 al piede destro. Era privo del pene.

Osservazione 10.ª — **Goschler** — *Mangelhafte Bildung der äusseren Genitalien — Prager Vierteljahrsschr.* Bd. III, p. 89. Kanstatt's 1859, Bd. IV, s. 7 und 16.

In un uomo di 27 anni, ben conformato, colla barba bionda e rigogliosa, con peli al pube, e col rafe allo scroto, mancava del tutto il membro virile.

Nella parete anteriore dell' intestino retto, all'altezza di 5 linee, si scoprì una apertura rotonda, da cui scolavano le orine. Davanti all' apertura anale vi era un pezzo di pelle triangolare, raggrinzato, che nasceva dal rafe come una cresta di gallo, se non che si gonfiava ed avvizziva rapidamente.

Se la gonfiezza perdurava più minuti, spesso era accompagnata colla perdita dell' umore spermatico dall' apertura urinosa suddetta. Introducendo per la medesima una sonda d'osso di balena, si giungeva in vescica, traversando un canale uretrale lungo incirca 1 ¼ pollice e che aveva il lume normale. Lo sfintere vescicale chiudeva con esattezza, e l'uomo orinava volontariamente ogni 3 o 4 ore: nel frattanto l' ano e le parti circostanti rimanevano asciutte. Nello scroto, nei testicoli, nei cordoni seminali, non si riscontrò nulla d' anormale.

Osservazione 11.ª — **Olshausen** — *Monatsschrift für Geburtskunde.* Bd. XVIII, s. 98. Berlin 1861.

Un fanciullo collo scroto bene sviluppato era privo totalmente del pene. Esso aveva una piccola apertura nella parete inferiore dell' addome che conduceva nella vescica in cui sboccava l' intestino terminale. Atresia dell' ano.

Osservazione 12.ª — **Steinhaus J.** — *Scheinbar gänzlicher Mangel des Penis. Vorhandensein desselben unter dem vordern obern Segmente der Scrotalhaut.* Wien. Med. Halle 1862, Tom. III, p. 315.

Osservazione 13.ª — **Facen Jacopo** di Fonzaso (Prov. di Belluno) — *Gaz. medica Provincie Venete* Anno VIII, p. 297. Padova 1865. Appendice.

Visitò un uomo di 30 anni il quale aveva l' aspetto e le forme di donna. Esso aveva il glande col meato urinario, ma mancava di prepuzio e di pene, in guisa che il glande era sessile ed incapace di prolungamento, come fosse la clitoride. E tanto più ne aveva l' apparenza, poichè ai lati discendevano due specie di ninfe. Eranvi poi anche le grandi labbra, ma queste contenevano i testicoli coi loro cordoni spermatici. Non eravi traccia di vulva. L' uomo era inclinato a sposarsi, fruiva delle ejaculazioni seminali ed allora il glande s' induriva; sicchè non aveva che l' aspetto esteriore di femmina.

Osservazione 14.ª — **Birnbaum Fr. H. G.** — *Monatsschrift für Geburtskunde* 1865, Bd. XXVI Supplement s. 290 — Ahlfeld. l. cit., s. 280.

Un feto aveva la mascella inferiore imperfettamente ossificata, le braccia e le gambe corte con sei dita alle mani ed ai piedi. Ipoplasia dei polmoni, del cuore, e dei reni, i quali erano ridotti ad una piccola capsula appianata senza ureteri. L' intestino crasso finiva a fondo cieco; la vescica aveva la forma d'un lungo canale, in cui non si poteva dimostrare l' apertura uretrale. Mancava ancora il pene, mentre esistevano i testicoli contenuti in uno scroto bipartito. Fra le due pieghe scrotali eravi una piccola apertura, indizio del canale uretrale, entro la quale niuna sonda penetrava.

Osservazione 15.ª — **Green W. E.** — *Congenital absence of the penis* — Omæop. J Obst, New York 1879-80, Tom. I, p. 423 — *Citato nell' Index Catalogue of Washington.*

Osservazione 16.ª — **Collier** — *British Medical Journal* 23 febbraio 1889. — *Riforma Medica* Anno V, 1.° semestre, N. 113. — *Deformità dei genitali esterni maschili.*

Mancanza del pene. Testicoli bene sviluppati e discesi nelle guaine scrotali. Ernia inguinale congenita bilaterale. L' uretra si apriva nella parete anteriore del retto.

Osservazione 17.ª — **Râuber in Nordhausen** — *Angeborener Mangel des männlichen Gliedes* — *Virchow's Archiv.* Bd. CXXI, s. 604, Tafel X, fig. 3; 1890.

L' uretra sboccava nell' intestino retto d' un uomo vivente di 38 anni. Questo aveva lo scroto ben conformato, che conteneva i due testicoli di volume ordinario, i cui condotti seminiferi potevano seguirsi nei canali inguinali. Talvolta avvertiva gli stimoli sessuali e poscia un titillamento nella parete anteriore del retto con polluzione.

Osservazione 18.ª — **Voll Adam** — *Ueber eine seltene Missbildung* (*Fehlen des Penis und des Afters. Communication zwischen Blase und Rectum*). Diss. Würzburg, 1890 — Jahresbericht für 1890. Bd. I, s. 249 (4).

Descrive un feto in cui mancavano le aperture anale ed uretrale. Solo vi era una piccola borsa cutanea, in luogo dello scroto. Il testicolo sinistro era nel canale inguinale, ed il destro giù nel sacco testicolare. Dopo il distacco delle congiunzioni fra la vescica e l' intestino retto apparvero i canali deferenti e le vescichette seminali. Mancava la prostata; si trovò invece contro la sinfisi del pube un piccolo corpo, che fu considerato un piccolo pene, ciò che fu poi confermato dalle ricerche microscopiche.

Nota 2.ª — **Aderenza del pene allo scroto.**

Osservazione 1.ª — **Kolb E.** — *Adhérence congêniale du penis au scrotum* — *Gaz. Méd. de l' Algerie.* Alger 1860, Vol. XXII.

Osservazione 2.ª — **Marten** — *Angeborene Verwachsung des Penis und Scrotum* — *Virchow's Archiv.* Bd. XXVIII, pag. 555, 1863. — Kanstatt für 1863, IV, s. 3-10, p. 43.

Osservazione 3.ª — **Weir R. F.** — *Two cases of congenital curvature of the penis, with hypospodias and adhesion to the scrotum.* New York Medical 1874, Tom. XIX, s. 281.

Osservazione 4.ª — **Bouteiller J.** — *Phimosis scrotal. Verge rudimentaire. Epispadie jusque á ses dernieres limites* — *Union méd. de la Seine inf.* Rouen 1875, Tom. XIV, p. 27.

Osservazione 5.ª — **Dougall John.** — *Attachement of penis and scrotum* — *Brit. Med. journ.* London 1882, p. 696.

Osservazione 6.ª — **Chrétien H.** — *Palmature pênienne sans hypospadias* — *Gaz. hedomad. de Méd. et de Chir.* Paris 1887, Tom. XXIV, N. 31, p. 501.

Aderenza del glande alla pelle dello scroto, e retrazione simile ad una corda del pene in seguito all' accorciamento del corpo cavernoso dell' uretra.

Osservazione 7.ª — **Busacchi T.** — *Casi vari d' affezioni congenite — Archivio d' Ortopedia* Milano 1891, Tom. IX.

Aderenza congenita del pene collo scroto.

Osservazione 8.ª — **Lemke F.** in Hamburg — *Angeborner Mangel des Penis — Virchow's Archiv.* Bd. CXXXIII, s. 181; 1893: con due figure.

Un fanciullo di 5 mesi mostrava lo scroto della grandezza normale, nella cui parte inferiore (?) ed anteriore eravi un' apertura da cui gemeva l' urina. Dal margine posteriore di questa apertura nasceva il rafe normale. Esplorando col dito, si scoperse la presenza del pene approfondato e circondato nello scroto, il quale conteneva ancora i due testicoli.

L' autore avverte che un caso simile è rammentato negli *Schmidt' s Jahrbücher* Bd. CCXVI.

Nota 3.ª — Casi d' ipoplasia dello scroto.

Osservazione 1.ª — **Kerckring Teodoro** — *Spicilegium anatomicum.* Amstelodami 1670, p. 33.

Un fanciullo di 3 anni appariva senza testicoli e senza scroto, ma aveva un' esigua doccia, come fosse una verga imperforata, sotto la quale vi era un piccolo foro, da cui esciva liberamente l' urina.

Osservazione 2.ª — **Itard de Riez** — *Mém. de la Soc. médicale d' émulation.* Tom. III, (Ann. VIII) 1800, p. 293.

Descrive un giovane di 23 anni, di carattere apatico, senza desideri venerei, che da bambino soffriva incontinenza d' urina, il quale in luogo d' un florido sviluppo, aveva la pelle molle, liscia e senza peli, neppure nel mento, e colla voce fioca. Il petto e la pelvi mostravano l' aspetto femminino. Il pene era lungo un pollice e grosso come il dito piccolo, col glande simile per il volume ad un pisello, a cui il prepuzio aderiva. Mancava lo scroto, ed invece ivi la pelle si mostrava raggrinzata senza contenere nè i testicoli, nè i funicoli spermatici.

Lungo la linea mediana del perineo vi erano due pieghe cutanee parallele, da somigliare alle grandi labbra in contatto fra loro. Sul pube vi erano pochi peli.

Osservazione 3.ª — **Macari Francesco** — *Idrorachite congenita — Gaz. dell' Associazione medica degli Stati Sardi.* Anno VI, p. 41. Torino 1856.

Una sposa in quinta gravidanza mise in luce un feto maschio con varie deformità descritte in modo insufficiente. Si rileva però che vi era tumore idrorachitico lombare, enterocele nella linea alba, mancanza dell' intestino retto, piede varo doppio. In quanto agli organi generativi, mancava lo scroto ed esisteva il pene; e poche linee sotto al canale dell' uretra (permeabile) eranvi due piccoli fori, con margini fibro-cartilaginei, lateralmente posti al rafe perineale, profondi appena alcuni millimetri e simili a due arterie recise (fori di cui l' autore non seppe determinare la natura). I testicoli occupavano il canale inguinale.

Osservazione 4.ª — **Nagle L. E.** — *A monstrosity of sex. — New Orleans Journ. of Med* April 1869 (*Jahresbericht für* 1869, Vol. I, p. 172).

Riferisce di un servente di 19 anni, il quale era chiamato ora Caterina ed ora Giovanni: Aveva l'abito del tutto femmineo (e scrofoloso) col volto imberbe, colle mammelle non sviluppate e colla voce da donna. L'esame rilevò come unico organo genitale un pene lungo 1 $1/2''$ grosso $1/2''$, con un prepuzio considerevolmente sviluppato e traforato da un'uretra normale. Nessuna traccia di scroto, di labbra, di testicoli, e di vagina. Anche coll'ispezione pel retto non rilevò alcun indizio nè di utero, nè di prostata. La base del pene e del monte di Venere erano coperti con delicati e scarsi peli.

È poi degno di nota che dal pene non avvenne mai emissione di liquido seminale, e che l'individuo affermava di sentirsi attirato sessualmente verso gli uomini, però non ebbe mai segni certi di irritabilità sessuale. L'autore ritenne il caso per anorchismo bilaterale.

Osservazione 5.ª — **Jones J.** — *Singular and distressing case of malformation of genital organs — Med. Record.* New York 1871, Tom. VI, p. 198.

Uomo senza barba coll'abito femminino. Pene lungo $3/4$ di pollice, del resto ben conformato. Scroto molto piccolo, senza testicoli. Le ricerche per l'intestino retto non recarono alcuna luce.

Nota 4.ª — Estrofia vescicale senza organi generativi esterni.

Osservazione 1.ª — **Bartholino Tommaso** — *Historiarum anatomicarum rariorum.* Cent. I, Obs. 65; Amstelodami 1654. p. 103 — *Vir sine pene et podice.*

Vide nel Lazio un uomo di 40 anni, robusto e sano che non aveva traccie dell'ano, nè delle parti genitali; lo che rese dubbio il sesso e nulladimeno gli fu imposto il nome di *Anna.* All'età però di 24 anni essendo sopravvenuta la barba a coprire le sue gote ed il mento, l'*Anna* fu considerato come un uomo. In quanto all'atresia dell'ano l'autore seppe che quando l'uomo aveva finita la digestione degli alimenti sopravveniva il vomito, ma per evitare il sapore disgustoso in bocca egli introduceva nella medesima un corno. Rispetto alle orine queste stillavano a guisa del latte dalle papille mammarie da un cavo fungoso, vicino al luogo dell'ombelico che mancava. Da questa descrizione Breschet, fino dal 1824 (*Archiv. gén. de Méd.* Tom. IV, p. 567. Paris 1824), riconobbe trattarsi d'estrofia vescicale, ed ora si spiega come Bartholini non riconobbe gli organi generati esterni. Rimane però sempre straordinario il vomito suppletorio, che fu poi riveduto da Denys.

Osservazione 2.ª — **Saviard Bartolomeo** — *Nouveau recueil d'Observations chirurgicales.* Paris 1702; in 8°, p. 308. Citato da Meckel — *Pathologische Anatomie* 1812, s. 708.

Sezionò una bambina neonata senza le parti sessuali esterne, la quale aveva solo una cloaca che s'apriva all'esterno, in cui mettevano foce i due corni uterini con vagine assai brevi. La vagina sinistra comunicava con l'uretra, e questa era congiunta coll'intestino retto ristretto all'estremità. Vi era poi un solo uretere che nasceva dai due reni posti sul sacro e che cadeva a perpendicolo nella cloaca comune.

Osservazione 3.ª — **Devilleneuve** — *Sur une nouvelle espèce de hernie naturelle de la vessie urinaire et sur une privation presque totale de sexe — Journ. de Méd. Chir., etc.* Paris 1767, Tom. XXVII, p. 26.

Osservazione 4.ª — **Dana Giovanni P. M.** — *Descriptio foetus absque pene et vulva, ultra biennium viventis, obscurique sexus ideo habiti — Mém. de l'Acad. des Sc. de Turin.* Tom. VIII, p. 309 – *Année* 1786-87 *cum tabula.*

Non avendo riconosciuta l'estrofia vescicale in un maschio, negò la presenza degli organi generativi esterni.

Osservazione 5.ª — **Fleischmann Gadofredo** d'Erlangen (da non confondersi con Federico-Lodovico figlio adottivo del precedente) — *De vitiis congenitis circa thoracem et abdomen. Erlangae* (senza data) 1811, p. 33, Tab. II, III.

Un feto maturo aveva un'ernia omfalo-ventrale, doppio ano-preternaturale, e la vescica orinaria extro-flessa. Era privo delle parti generative esterne e dell'ano, e nella regione generativa non si riscontrava che una rima perpendicolare. Internamente l'autore rinvenne i reni, gli ureteri che sboccavano nella vescica suddetta ed i testicoli spostati in diverso senso.

Ossrrvazione 6.ª — **Denys Prosper-Sylvain** — *Archiv. gén. de Méd.* 1824, Ser. I, Tom. IV, p. 562.

Un uomo di 78 anni, mendicante, era paraplegico fino dall'età di 10 anni, e presentava un ingrossamento osseo nel punto d'unione fra le vertebre lombari e dorsali. Esso presentava uno stato atrofico della pelvi e degli arti inferiori; aveva i testicoli molto piccoli e l'ano e l'uretra obliterati dal lato esterno.

L'uomo suddetto non evacuava alcuna sostanza (sia liquida, sia solida) per le vie naturali, tutto al più emetteva qualche goccia d'orina dall'ombelico; ma suppliva, in quanto agli alimenti (che mangiava in copia), nel modo seguente. Dopo 7 od 8 minuti che i cibi erano giunti nello stomaco venivano facilmente vomitati, sotto forma d'una pulte verdastra, schiumosa, di odore leggermente nauseabondo. L'autore non dice se l'emissione dell'orina accadeva per l'ombelico o per altre vie, aggiunge però che l'uomo non volle mostrarsi a nudo.

(Abbiamo riportata questa osservazione straordinaria e quasi dimenticata, sebbene non riguardi l'estrofia vescicale, perchè conferma quella di Bartholino, creduta inverosimile).

Osservazione 7.ª — **Reinecke** — *Fall eines seltenen Vitium primae formationis — Deutsche medicinische Wochenschrift* 1881, N. 34, s, 468 — *Jahresbericht für* 1881, Bd. I, s. 280 (6).

Una ragazza di 15 anni, d'abito debole e clorotico, aveva un'ernia ombellicale e la vescica estroflessa da una fessura addominale. Nella vescica come al solito confluivano le urine mediante gli ureteri. Mancava la sinfisi ossea del pube e del tutto mancavano i genitali, cioè facevano difetto le grandi labbra, le ninfe, la clitoride, e l'adito vaginale. Solo due piccole strie cutanee coperte di peli si estendevano dall'ano agl'inguini e due produzioni papillari sotto la estrofia vescicale formavano i soli indizii degli organi esterni.

Osservazione 8.ª — **Curtillet J.** — *Un cas d'extrophie du cloaque interne accompagnée de l'absence des organes génitaux et de malformations graves des organes abdominaux et du squelette* — Archiv. provin. de Chirurgie. Année 2.ᵉ; 1893 (non verificato).

Nota 5.ª — Mancanza più o meno completa degli organi generativi esterni.

Osservazione 1.ª — **Hali Rhodoham**, medico dell'Egitto nel XI secolo — *Commentarius in artem parva Galeni;* Libr. III, *Art. medicinalis.* Text. 77. Venetiis 1496 (secondo Haeser: *Geschichte der Medicin*). Vedi Schenck J. G. figlio — *Observationum.* Francofurti 1609, Libr. IV, Obs. II.

Vide un neonato che non aveva nè la vulva, nè il pene, nè testicoli, da somigliare ai castrati. Vi era poi un piccolo foro da cui usciva l'orina.

Osservazione 2.ª — **De Blegny Nicolao** — *Zodiacus medico-gallicus.* Genevae, 1680, p. 78; Obs. IX, *Foetus sine sexus discrimine.*

Un feto di nove mesi non aveva altri indizii sessuali se non una esigua eminenza nella regione del pene da attribuirsi alla clitoride, nel mezzo perforata, quantunque non avesse alcun rapporto colla vescica.

Osservazione 3.ª — **Le Prieur de Lugeris** en Champagne — *Sur un enfantement* — *Journal des Savants; janvier* 1690, p. 41. Questa comunicazione (non sappiamo come) è stata da Haller (Biblioteca anatomica. Tom. I, p. 740) attribuita a **Faber J. Matthias** — *Journal des Savants* 1690, ove ha il titolo — *Foetus male formatus et absque partibus genitalibus.*

Nacque un fanciullo 9 giorni avanti il termine, lungo poco più d'un piede colle mani e coi piedi volti all'esterno. *La distinzione del sesso non era sensibile*, vedendosi solo un foro in cui si poteva introdurre il dito mignolo nel luogo degli organi generativi maschili.

Senza che noi aggiungiamo le altre cose mal descritte, basta quanto è detto per non poter dare alcun giudizio sulla deformità suddetta.

Osservazione 4.ª — **Prockaska Giorgio**, Prof. a Praga — *Adnotationum academicarum. Fasciculus alter.* Sect. IV. p. 84. Pragae 1781, Tab. VII.

Un aborto quadrimestre nacque con una porzione notevole dell'intestino tenue pendente liberamente sotto il funicolo ombellicale. Questo aborto era affatto privo degli organi genitali esterni (i testicoli furono trovati entro l'addome) ed aveva il foro anale molto esiguo. Dal poplite dell'arto destro nasceva un breve moncone, di cui la punta era leggiermente curva e che conteneva una porzione d'osso, giudicato dall'autore per una seconda tibia. L'arto poi suddetto aveva il piede atrofico e senza dita, che finiva con una punta arcuata. L'arto sinistro non offriva nulla di notevole.

Osservazione 5.ª — **Ford Edv.** — *An account of a child born without organs of generation.* — in **Simmons G.** — *Medical facts and observations.* Vol. V, p. 10. London 1795 — *Foetus absque genitalibus* (Citato da Meckel).

Mancanza degli organi sessuali interni ed appena accennati gli esterni. L'intestino retto sboccava nell'uretra.

Osservazione 6.ª — **Penada Jacopo** — *Mostro umano singolarissimo.* Memorie dell'Accademia di Padova 1809, p. 49, con tavola.

Una giovane donna nel 1806 partorì con molta difficoltà un feto alterato da diverse anomalie, che morì poco dopo la nascita, e poscia la madre si sgravò d'una *mola* molto voluminosa.

Il feto presentava il tralcio ombellicale vicino alla sua inserzione addominale divaricato per accogliere un sacco erniario ovale, della grandezza di sei pollici di Parigi. Questo sacco era però aperto longitudinalmente, per cui si vedevano a nudo gl'intestini tenui, ivi contenuti, e si vedeva inoltre il rene destro: organi tutti che erano esciti per il foro ombelicale. Il feto era privo di parti sessuali esterne e del foro anale, in modo che dal pube fino al coccige la superficie cutanea era liscia, senza alcun vestigio degli organi mancanti. Però entro l'addome l'autore rinvenne due piccoli testicoli appoggiati alla cellulare dei muscoli psoas. Eravi inoltre la vescica orinaria con un primo rudimento d'uretra nascente dal collo della stessa vescica, rudimento che tuttavia non oltrepassava i limiti della pelvi. D'altra parte mancavano i corpi cavernosi.

Negli arti superiori si notava l'aderenza delle dita fra loro mediante una membrana interposta. Negl'inferiori l'arto destro consisteva in una porzione di coscia, la quale non conteneva nè muscoli, nè osso, ma soltanto del molle tessuto cellulare; l'arto sinistro aveva le dita dei piedi, come quelle delle mani, riunite da membrane.

L'autore attribuisce all'urto della *mola* esistente nell'utero lo squarciamento del sacco erniario; alla pressione della medesima la mancanza di sviluppo d'un arto ed il difetto delle parti generative esterne; e per rendere più verosimile quest'azione meccanica immagina che la *mola* coabitasse negli stessi involucri del feto.

Osservazione 7.ª — **N. N.** — *Hufeland's journal der praktische Arzneikunde und Wundarzneikunde.* Berlin 1812 (?). Oss. cit. da Fournier: Art. Cas rares. *Dict. des Sc. Med.* (in LX Vol.) Tom. IV, p. 166. Paris 1813.

Fanciullo di 3 anni, morto a Berlino, il quale era privo, tanto all'esterno quanto all'interno, di qualunque traccia degli organi generativi, in guisa da non potersi sospettare quale fosse il sesso del fanciullo: però le inclinazioni ed il contegno del medesimo indicavano esser lui di sesso femminile. L'orificio dell'uretra non era circondato da alcun orlo ed aveva la grandezza d'una mezza lente. Nulla fu rinvenuto fra l'intestino retto e la vescica.

Osservazione 8.ª — **Kretschmar** — *Horn's Archiv.* Bd. I. St. 3, s. 349. Berlin 1815 (Non verificato).

Osservazione 9.ª — **Baillet** — *Journal de Méd.* Tom. LIII; 1822 (?). *De infante sine genitalibus et ano* (non verificato).

Osservazione 10.ª — **Schellier D. M. P.** — *Foetus monobrache, monopode et agame, parvenu à peu-près au terme de la naissance* — *Archives génér. de Médec.* Tom. III, p. 415. Paris 1823.

Il feto nacque morto e presentava le seguenti particolarità. Il braccio destro aveva l'omero rappresentato da un osso, lungo mezzo pollice; mancava del radio, ed aveva la mano assai imperfetta. In luogo dell'arto addominale destro vi era, in corrispondenza alla cavità cotiloide, un piccolo sacco cutaneo, analogo imperfettamente allo scroto, che era vuoto e non comunicava colla cavità addominale. Vi era inoltre atresia dell'ano. L'autore non descrive lo stato della cute al perineo in seguito alla mancanza degli organi generativi esterni, già annunziata nel titolo.

Aperto l'addome, si vide la porzione sigmoidea del colon, che in luogo di discendere raggiungeva il funicolo ombellicale ove terminava a fondo cieco. L'appendice cecale aveva origine nel punto in cui il cieco si unisce col colon, ed era lunga 3 pollici. Man-

cavano i reni, e non le capsule sopra renali; facevano parimenti difetto la vescica orinaria e tutto il rimanente delle vie orinarie. Vi erano finalmente due corpi glandolosi, senza condotti escretori, dei quali l'autore non potè decidere se fossero le ovaie o i testicoli: un corpo era situato a dèstra della colonna vertebrale, l'altro vicino all'anello inguinale.

Osservazione 11.ª — **Rossi Francesco** in Torino — *Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino.* Tom. XXX, p. 155; 1826. Obs. I. *De vaginae obstructione.*

Fu chiamato il Dott. Berruti a visitare una sposa di 28 anni, che da tre giorni era in preda a dolori come quelli del parto e che non era mai stata mestruata. Il medico suddetto, essendosi accorto che *mancava ogni traccia degli organi genitali esterni e dei peli sul pube*, inviò l'inferma nell'Ospedale di S. Giovanni.

Il Dott. Rossi ivi verificò la mancanza della vulva e per fino della rima; rinvenne però un foro assai angusto da cui fluiva l'urina, e l'orificio dell'ano in condizioni normali. Ritenendo trattarsi di ritenzione dei mestrui (sebbene le mammelle fossero turgide), fece una incisione che partiva sotto il piccolo foro urinoso e giungeva vicino all'ano; ma approfondandola per 3 dita s'incontrò con un corpo che riconobbe per la testa d'un feto, ed allora dilatò la medesima, ciò che permise l'espulsione del feto stesso.

Ripetendo poscia l'esame delle parti esterne l'autore rinvenne finalmente un foro angustissimo vicino allo sfintere dell'ano, pel quale con un sottile specillo si giungeva in vagina, e dal quale uscivano i lochi. Dopo 8 giorni comparvero i segni esterni della pubertà, e dopo due anni la donna partorì naturalmente con grande difficoltà per la via artificiale. Il marito poi confessò d'aver esercitata la copula per l'intestino retto.

Osservazione 12.ª — **Faber G. F. Carolus** di Magdeburg — *Duorum monstrorum humanorum Diss.* Berolini 1827, *cum tab.*

Feto ben conformato superiormente, ma inferiormente presentava un'ernia intestinale nel funicolo ombellicale, l'atresia dell'ano, i piedi imperfetti con diminuzione notevole nel numero delle dita, e mancanza degli organi generativi esterni, eccetto due verruche cutanee ai lati del pube.

Nell'addome si trovarono due testicoli, l'intestino retto chiuso all'estremità, i reni, gli ureteri e la vescica mancanti completamente.

Osservazione 13.ª — **Jenisch** — *Würtembergisches Correspondenzblatt.* Bd. VII, N. 7 — *Schmidt's Jahrbücher* 1840; Bd. XXVIII, s. 141 — Oss. cit. da Ahlfeld.

Fu estratta una fanciulla morta senza indizio di genitali e dell'orificio anale. In luogo del piede sinistro essa aveva un rudimento lungo un pollice e mezzo e grosso come il dito indice, contenente un osso sottile. La metà sinistra della pelvi era atrofica.

Osservazione 14.ª — **Gurney** — *Lancet.* London 1840, Vol. I, N. 26 — Cit. da Ahlfeld. *Archiv. für Gynäk.* 1879, s. 280.

Nel luogo dei genitali d'un feto si vedeva un prolungamento cutaneo, sotto il quale si presentava un glande. Del resto niun indizio di scroto, di grandi labbra, d'apertura vaginale, uretrale e rettale. Oltre di ciò il feto aveva il braccio destro accorciato, con sole 4 dita, e l'arto inferiore dello stesso lato parimenti corto, col piede torto. Non fu fatta la necroscopia.

Osservazione 15.ª — **Friese** — *Casper's Wochenschrift* 1841, N. 52 — Ahlfeld. *Archiv. für Gynäkologie.* Bd. XIV, s. 281. Berlin 1879.

Un fanciullo neonato non aveva alcun indizio esterno degli organi generativi, ed invece dei medesimi vi era un tumore cutaneo che si estendeva sino all'orificio dell'ano.

Mancavano i testicoli, gli epididimi, i condotti e le vescichette seminali. La vescica aveva la grandezza d'un uovo di piccione coll'uretra rudimentale e chiusa; l'ano invece era pervio.

OSSERVAZIONE 16.ª — **Magee W.** — *Case of absence of external genitals and formations of on artificial vagina* — *Lancet.* London 1841-42, Tom. II, p. 575. (Non verificato).

OSSERVAZIONE 17.ª — **Vrolik W.** — *Tabulae ad illustrandam embryogenesin ect.* Amstelodami 1849; Tafel LXIII, fig. 1.

Il feto era ottimestre, senza arti inferiori, però nella cavità cotiloide sinistra giaceva la testa del femore. La pelvi si mostrava rudimentale e l'ileo destro appena accennato. Non si vedeva alcun indizio degli organi generativi esterni, e sotto l'inserzione del funicolo ombellicale vi era un piccolo canale (di cui non è detto il significato). Il rene sinistro mancava, il destro comunicava colla vescica mediante il proprio uretere. Il funicolo ombellicale conteneva una sola arteria e circondava il collo e l'ascella sinistra del feto.

OSSERVAZIONE 18.ª — **Kristeller** — *Enorme Ausdehnung der Harnblase bedingt durch Fehlen der Harnröhre* — *Monatsschrift für Geburtskunde.* Bd. XXVII, s. 165, Berlin 1866.

La enorme gonfiezza dell'addome obbligò l'ostetrico all'estrazione artificiale del feto, il quale mostrava l'età incirca di 7 mesi, ed aveva il funicolo (flaccido e sottile) aderente all'addome per 5 cent. sopra la sua inserzione all'ombellico. Mancava l'orificio dell'ano, e nel perineo non vi era alcun indizio delle aperture genito-orinarie. Per contrario si vedeva sopra il monte di venere una papilla, grande come un grano di arena, fiancheggiata da due piccole pieghe cutanee, senza alcun orificio, da simulare il rudimento d'una clitoride.

Nell'addome e fuori del peritoneo vi era un gran sacco in cui penetravano i due ureteri. Il sacco aveva una circonferenza di 45 cent., senza alcun foro d'uscita e soltanto comunicava coi due ureteri, era tappezzato dalla mucosa con diverse specie di epiteli (che l'autore non descrive, nè rappresenta) e con pieghe trasversali. Nella pelvi l'autore non rinvenne alcun altro organo. Il funicolo ombelicale aderiva al sacco orinario. Fra la parete addominale ed il sacco suddetto, sopra all'inserzione del funicolo scorrevano da destra a sinistra trasversalmente due canali paralleli, coloriti in rosso, lunghi tre cent., ripiegati ad ansa, all'inferiore dei quali era attaccato un organo glandolare grande come *un'oncia;* ed il medesimo canale non mostrava alcuna comunicazione colla vescica; sicchè fu creduto una tuba falloppiana con una ovaia.

L'intestino crasso finiva cieco nella parte superiore posteriore della vescica; gli altri visceri erano spinti in alto dal sacco orinario.

L'autore mostrò il mostro a Virchow, il quale lo ritenne per una femmina, e giudicò il sacco, che a primo aspetto sembrava una semplice vescica orinaria, come un sacco genito-urinale, cioè composto della vagina, dell'utero e della vescica, desumendolo dalle diverse specie di epiteli.

OSSERVAZIONE 19.ª — **Mueller A. D.** — *Verschiedene Missbildungen bei einem neugeborenen Kinde* — *Ugeskrift for Laeger.* R. III, Bd. V, s. 329. *Kopenhagen* 1868 — *Jahresbericht für* 1868, B. I, s. 175.

In una femmina, che morì 33 ore dopo la nascita, mancava la parte inferiore della gamba sinistra, il di cui moncone era ricoperto dalla pelle, la quale era bensì mobile, ma all'estremità presentava una crosta disseccata. Le porzioni superstiti della tibia e

della fibula si conservavano distinte sino alla fine ed esternamente al periostio si riscontrava una sostanza caseosa, bianco-gialliccia ed un fluido puriforme.

Mancavano i genitali esterni, non riscontrandosi che un solco cutaneo lungo 3 cent. situato posteriormente alla sinfisi del pube; nella estremità superiore di questo solco eravi un piccolo foro pel quale il feto emise un poco d'urina. Non eravi traccia dell'orificio anale.

All'autopsia si trovò mancare porzione del colon e l'intestino retto. La vescica urinaria aveva la grandezza d'un pomo, con la tonaca muscolare molto ingrossata ed era priva dello sbocco degli ureteri, essa però si continuava coll'uretra (la quale sboccava esternamente nel punto indicato) e comunicava posteriormente con un'altra cavità; poichè di dietro della vescica orinaria vi erano altri due sacchi presso a poco di eguale grandezza; l'uno sporgendo a destra, l'altro a sinistra. Il destro era pieno d'urina e comunicava colla parte posteriore della vescica vicino all'origine dell'uretra con una apertura la di cui circonferenza era di 3 mm. Questo sacco era formato dalla vagina, la quale inferiormente finiva a fondo cieco sotto il collo della vescica ed in alto abbracciava il collo dell'utero; essa poi aveva le pareti molto grosse e la mucosa increspata trasversalmente. L'utero era lungo 3 cent. Il sacco situato a sinistra della vescica era invece l'effetto della dilatazione dell'uretere sinistro, diviso in concamerazioni, il di cui sbocco in vescica non fu rinvenuto, ma che doveva preesistere essendosi trovata dell'orina nella medesima. Dallo stesso lato la capsula soprarenale aveva la grandezza ed il posto ordinario; il rene invece era molto piccolo, collocato sulle vertebre lombari, e dava origine all'uretere suddetto, il quale però avanti di discendere saliva verso sinistra. Il rene destro trovavasi al suo posto ordinario affetto da degenerazione cistica, ed il suo uretere era molto sottile e terminava a fondo cieco nel connettivo fra la vagina e la vescica orinaria.

L'esofago presentava l'ordinaria chiusura sacciforme nella sua parte superiore, mentre la parte inferiore sboccava nella biforcazione della trachea. Tutti gli altri organi erano sani.

Osservazione 20.ª — **Eisenach H. P.** di Rotenburg — *Ein weiblicher Fötus ohne Harn, Darm, und Geschlechtsöffnungen, daneben Meropus — Inaugural-Dissert. zu Marburg.* Rotemburg 1873.

Un fanciullo del resto ben conformato aveva gli arti inferiori aplasici, senza indizio d'aperture nella regione perineale, e senza parti sessuali. In quanto alla pelvi l'autore rilevò soltanto che era appianata colla distanza di 7 cent. fra le due creste anteriori superiori degli ilei, e che la sinfisi del pube era riconoscibile col tatto e sembrava chiusa e trasparente. Coi rispettivi cotili si articolavano mobilmente i due arti, di cui il sinistro mancava della fibula e del piede, ed il destro era deforme ed aplasico.

Si trovarono voluminose le capsule soprarenali, mentre mancavano i reni e gli ureteri, eccetto un piccolo gomitolo bruno scuro a sinistra. Dal medesimo lato era riconoscibile un ovaio, ed una tromba in rapporto con una cloaca, fornita d'uraco pervio, il quale andava all'ombellico. Vi era una sola arteria ombellicale.

Osservazione 21.ª — **Pinard** — *Bullet. de la Soc. Anatom.* Ser. 5.ª, Tom. XVIII, p. 686 — Lancereaux E. — *Traité d' Anatomie Pathologique.* Tom. I, p. 121; Nota 1. Paris 1875.

Feto acranico con spina bifida totale, senza organi generativi esterni. All'autopsia si trovò l'esofago trasformato in cordone, il quale in tal stato aderiva inferiormente alla trachea, e raggiungeva lo stomaco. L'intestino retto era pieno di meconio e finiva a punta, che si perdeva nel fondo della pelvi. Mancavano i reni, gli ureteri, la vescica, e gli organi genitali interni. Esisteva però al disotto del fegato un corpo glandolare, grande come una lenticchia, e si trovò un corpo simile nella pelvi; ma l'autore non ne determina la natura.

Osservazione 22.ª — **Baistrocchi Ettore** Assistente all'Univ. di Parma — *Rivista clinica di Bologna* 1882 (Estratto).

Un feto macerato pesava 2360 grammi ed era lungo 42 cent. Esso presentava di singolare la mancanza degli organi genitali esterni ed il ventre assai voluminoso (l'autore tace sullo stato del perineo, dell'ano e non esclude qualunque pertugio).

Aperto l'addome escì in copia siero sanguinolento (330 cent. cub.), e tosto si presentò un tumore sferico, grande come la testa del feto stesso, e fluttuante, che conteneva del fluido urinoso, sicchè non trovando altrove la vescica l'autore ritenne che il tumore stesso fosse la vescica dilatata. Non mancavano nè lo stomaco, nè la milza, nè il fegato, nè il pancreas. L'intestino tenue, senza comprendere il duodeno, era lungo 95 cent. ed il colon 38; questo terminava nella faccia superiore della vescica, a cui aderiva.

Anteriormente alla vescica l'Aut. trovò a destra una ovaia colla rispettiva tromba falloppiana, ed a sinistra un cordoncino tubulato senza ovaia, e tanto questo quanto la tromba si inserivano in una piccola cavità periforme coll'apice in basso, considerato dall'autore per un utero rudimentale. Vi era un sol rene (non è detta la sede) che aveva due ureteri, i quali decorrevano in modo serpentino fra gli strati *anteriori* della vescica e sboccavano a *sinistra*, fra loro vicini entro la medesima. Nella parte superiore della vescica vi era un altro pertugio che corrispondeva al punto in cui aderiva il crasso, ma non comunicava colla vescica. Sul rene vi era una piccola capsula, così pure a destra ve ne era un'altra manifesta (non possiamo però escludere che la seconda non sia altro che la prima).

In quanto poi al cordoncino posto a sinistra l'autore dice che il suo estremo superiore non era libero, ma che internavasi pur esso nella parete della vescica e raggiungeva il rene suddetto e non l'ovaia; per altro non si pronunzia sulla natura di tale cordoncino, nè sul rapporto assunto col rene. Così pure tace se vi era alcuna traccia dell'uretra e del meato uretrale interno. Trovò finalmente una sola arteria ombelicale in continuazione d'una iliaca primitiva (non è detto il lato).

Osservazione 23.ª — **Guttmann P.** — *Fall von Scheinzwitterbildung — Berlin Klinick Wochenschrift.* 1882, N. 35, s. 544 — *Jahresbericht für* 1882, Bd. I, s. 277.

Un neonato aveva la clitoride imperforata con tre corpi cavernosi. Mancavano la vulva e l'introito vaginale. La vagina e l'uretra sboccavano insieme sotto la clitoride con una apertura grande come la testa di uno spillo, a guisa del seno uro-genitale. Internamente apparvero normali gli organi femminini. La bambina di 4 mesi era giudicata per un maschio.

Osservazione 24.ª — **Hubert** — *Description d'un foetus monstrueux du genre des agénosomes — Journal de méd. de Bruxelles* 1887, N. 20.

In un feto i genitali erano rappresentati da un piccolo nodo carnoso fra le gambe. Oltre di ciò mancavano la vescica e l'ano. A sinistra del ventre si trovò una larga apertura per la quale erano usciti il fegato, diviso in 2 lobi, l'omento, un rene e molti intestini. Gli arti inferiori si mostravano assai deformati, la testa era coperta di capelli molto lunghi e la colonna vertebrale scoliotica. Niun indizio d'eredità.

Osservazione 25.ª — **Snow L. B.** — *Total Absence of all Organs of Reproduction — Medical Record.* New York 1892, Vol. XLI, s. 41 (non verificato),

Osservazione 26.ª — **Sharpe D. G.** — *Medical World.* Philadelphia 1893 (Cit. da Sajous; Annual).

Nacque un fanciullo coll' ano imperforato e colla mancanza assoluta degli organi genitali esterni (È taciuta la necroscopia).

Nota 6.ª — **Atresia della vulva.**

Osservazione 1.ª — **De Marchettis Pietro** Medico Padovano — *Sylloge rariorum observationum cum additionibus posthumis.* Patavii 1675, p. 132. (La prima Ediz. senza le aggiunte è del 1664).

« Osservai una nobilissima fanciulla dell' età di due anni sofferente per la congiunzione delle labbra delle pudende e della vagina, rimanendo però illeso il meato orinario. Affinchè manifestamente apparisse la natura, fui costretto ad incidere ed a separare fra di loro le labbra e la vagina. In mezzo al taglio fui costretto a mettere una torunda imbevuta con albume d' ovo e con acqua di rose per i primi cinque giorni, e per gli otto seguenti con unguento di biacca canforato ».

Osservazione 2.ª — **Osiander F. B.** — *Annalen der Entbindungslehranstalt etc.* Bd. I, s. 159. Göttingen 1800 (Atresia delle ninfe in una bambina di 2 anni).

Osservazione 3.ª — **Goeze** — *De Atresia.* Helmstadt 1802, p. 41 (in una ragazza adulta). Oss. citata da Voigtel — *Pathol. Anat.* Bd. III, s. 425; 1805.

Osservazione 4.ª — **Steinmetz F.** — *Ueber Atresia vulvae* — *Rust's Magazin für die gesammte Heilkunde.* Bd. XI, s. 477. Berlin 1821.

Osservazione 5.ª — **v. Hempel** in St. Goar. — *Labior. pudend. bei einem* 14 *Tage alten Kinde operirt.* — *Gemeinsame deutsche für Geburtskunde.* Bd. VI, s. 145. Weimar 1825.

Osservazione 6.ª — **Moczynski** — *De atresia pudend.* — Diss. Berolini 1850.

Osservazione 7.ª — **Bouchacourt A.** — *Recherches sur l' atrésie vulvaire.* — *Bullet. de la Soc. de Chir. de Paris,* 1855-56, Tom. VI, p. 316. *Discussion.* — Gaz. des hôpitaux de Paris 1856, Tom. XXIX, p. 10.

Osservazione 8.ª — **Cooley F.** — *Occlusion of the labia majora: operation.* St. Louis *Med. et Surg. jour.* 1856; Tom. XIV, p. 239 (*Citato dall' Index Catalogue of Washington*).

Osservazione 9.ª — **Hutin** — *De l' atrésie vulvaire congénitale* — Gaz. des hôpitaux. Paris 1856, p. 298.

Osservazione 10.ª — **Antal G.** — *Atresia vulvae labialis.* Budapest 1876.

Osservazione 11.ª — **Ogle G. C.** — *Absence of external organs of generations* — Maryland M. J. Balt. 1878, Tom. III, p. 307.

Osservazione 12.ª — **Mabaret der Basty** — *Absence d' una partie des organes génitaux externes chez deux soeurs.* — *Le Progrès médical.* Paris 1890, Tom. XII, p. 503.

L' autore descrive soltanto i caratteri offerti dalla sorella minore essendo più appa-

riscenti di quelli rinvenuti nella maggiore. La sorella minore aveva 25 anni, era robusta colla figura piuttosto mascolina ed aveva il sistema pilifero sviluppato per tutto il corpo, in guisa da doversi spesso tagliare la barba; aveva le mammelle rudimentali.

La pelvi mostrava i caratteri femminini, ed in luogo degli organi generativi si vedeva un solco profondo che dal pube andava all' ano. Nella parte superiore di questo solco, subito sotto alla sinfisi del pube, vi era la clitoride, lunga 4 cent., suscettibile d' erezione, contornata all' estremità da una piega cutanea (che l' autore non vuole considerare per un prepuzio). Sotto alla medesima vi era il foro uretrale, e poi ad egual distanza fra l' uretra e l' ano si penetrava, con qualche difficoltà, mediante una sonda, per la fessura suddetta in uno stretto canale, profondo 5 cent.; e la donna riferì che per tale orificio scolavano facilmente ogni mese i mestrui. Mancavano completamente le grandi e le piccole labbra.

Osservazione 1.3ª — **Rauschning P.** — *Ueber congenitale Verwachsung der kleinen Labien, nebst Darstellung dreier diesbezüglicher Fälle* — Diss. Königsberg, 1890; Tafel 4.

Osservazione 14.ª — **Benivieni Antonio** Fiorentino — *De abditis nonnullis ac mirandis morborum et sanationum causis. Florentiae* 1506. Trad. ital. per opera di C. Burci Firenze 1843, p. 68. Oss. XI.

L' autore racconta che un' ulcera maligna distrusse la vulva d' una donna, e questa nulladimeno sopravisse 10 anni. Ora l' *Index-Catalogue* di Washington pone questa osservazione (*che va tolta dal presente elenco*) fra le deformità congenite dei genitali femminini, poggiandosi a Dodonaeus R. (*Med. obs. exempla rara*, 12ª. Coloniae 1581, p. 155).

Nota 7.ª — Mancanza congenita dei due testicoli (*Anorchia duplex*) verificata nel cadavere.

Osservazione 1.ª — **Cabrol Bartolomeo** — *Alphabet anatomique.* Tournon, 1594; Lyon 1614, p. 84.

Un soldato colpevole di stupro fu appiccato, e l' autore facendo la necroscopia non trovò i testicoli nè nello scroto, nè internamente.

Osservazione 2.ª — **Anonymus** — *Commercium litterarium.* Norimbergae Ann. 1732, Ebdomas II, p. 10, par. 5°.

Morto nella piazza d' Hannover un fanciullo mendicante, con gran sorpresa nel cadavere non si trovarono i testicoli, nè nello scroto, nè internamente all' addome.

Osservazione 3.ª — **Schulzen** — *Descriptio foetus hydrocephal.* Upsal (senza anno). Questa pura indicazione è stata data da Mekel J. Fr. come esempio della mancanza dei due testicoli (*Handb. der patholog. Anatomie* Bd. I, s. 685, nota). Ma nè Gruber, nè altri sono riusciti a verificare questa dissertazione per ricavare la storia del caso.

Osservazione 4.ª — **Kretschmar** — *Beobachtung eines widernatürlichen Afters und eines Mangels der Samenwerkzeuge bei einem Neugebornen, oder eines natürlichen Kastraten. — Archiv. für mediz. Erfahrung* von E. Horn. Bd. I, s. 349; Leipzig 1801.

Un bambino che visse 8 giorni era senza l' ano e senza testicoli, poichè l' autore

non li rinvenne nè nello scroto (che era bipartito), nè nelle parti molli, nè sotto i reni. Mancavano ancora i vasi deferenti e le vescichette seminali.

OSSERVAZIONE 5.ª — **Fischer A.** di Boston — *The American Journal of the med. Sciences.* Philadelphia 1838, Vol. XXIII, p. 352 — *London med. Gaz.* Vol. XXVIII, p. 817.

Un computista di 45 anni, morto per pneumonite, aveva la voce femminina, era senza barba e mustacchi, e non dette mai indizio di possedere gli organi generativi. Nel cadavere si trovò lo scroto piccolo, flaccido e senza testicoli. La tunica vaginale comune era da ogni lato normale; su di essa s'espandeva il cremastere e vi giaceva come al solito il funicolo spermatico di piccolo volume. I vasi deferenti erano in ambidue i lati dell'ordinaria grossezza e terminavano all'estremità del funicolo in un sacco cieco.

OSSERVAZIONE 6.ª — **Friese** — *Merkwürdige Missgeburt* — J. L. Casper: *Wochensschrift für die gesammte Heilkunde.* Jahrgang 1841 (Berlin) s. 848, N. 52.

Un feto lungo 18 pollici morì dopo 1/2 ora dalla nascita. Era privo dei genitali esterni ed invece presentava un orlo cutaneo esteso fino all'ano. Nel braccio destro mancava la mano, e nell'antibraccio le estremità dell'ulna e del radio s'allontanavano fra loro per 4 pollici, rimanendo congiunte mediante una membrana senza muscoli. Dietro all'anello inguinale vi erano due vescichette, grandi come un pisello, piene di fluido acquoso che stavano in rapporto col peritoneo.

Non vi era alcun indizio dei testicoli, degli epididimi, dei funicoli spermatici e della prostata. L'uretra era solo riconoscibile nella sua origine, il rimanente era obliterato. Le altre parti del corpo si mostravano ben formate.

OSSERVAZIONE 7.ª — **Le Gendre et Bastien** — *Anorchidie double observée sur un foetus.* — *Soc. di Biologie.* Ann. 1859, p. 144. — *Gaz. méd. de Paris.* Ann. 1859, N. 4, p. 650.

In un feto che aveva respirato, gli autori videro lo scroto piccolo, flaccido, e vuoto; ed aperto l'addome non vi trovarono nè i testicoli nè gli epididimi, bensì in ciaschedun canale inguinale vi era un funicolo spermatico, senza prolungamento peritoneale. I vasi deferenti principiavano nello scroto alcuni millimetri sotto l'anello inguinale esterno coll'estremità arrotondata, per un tratto circondati dai fasci appartenenti al *Gubernaculum testis* e terminavano nelle vescichette seminali. I vasi spermatici si mostravano meno grossi del solito; normali tutti gli altri organi.

OSSERVAZIONE 8.ª — **Godard Ernest** — *Recherches tératologiques sur l'appareil seminal de l'homme.* Paris 1860, p. 84, Pl. V et VI.

Morì all'Ospedale della Carità di Parigi un cesellatore di 61 anni per una affezione di cuore. Esso era stato debole di fisico e di carattere, senza barba, coll'aspetto femminino; amava le bevande spiritose ed era spesso ubriaco.

Il cadavere era lungo 1 metro e 72 cent., coi capelli biondi misti a bianchi e con peli rossastri ai cavi ascellari e sul pube. Il pene era grande come il dito piccolo. Lo scroto mancava completamente ed in luogo del medesimo la cute era leggermente piegata, lasciando visibile il rafe. I canali inguinali erano vuoti. Anche nell'addome e nella pelvi furono cercati inutilmente i testicoli e gli epididimi. I vasi deferenti avevano ognuno il diametro di 1 1/2 mill., escivano dalla prostata alquanto tortuosi, scorrevano attorno alla vescica orinaria e si convertivano in un filamento, che terminava nel peritoneo della regione inguinale. Le vescichette seminali erano meno voluminose dei vasi deferenti, ed i vasi ejaculatori bene disposti. La vescica aveva un diverticolo della mucosa.

OSSERVAZIONE 9.ª — **Neuhaus Ernest** — *Ein seltener Fall von Aplasie der Hoden.* Diss. Kiel 1890, s. 9 con tavola.

Un giovane di 21 anni, figlio di un salsamentario, dopo avere esternato a più persone il proposito di togliersi la vita, si impiccò. Esso aveva raccontato un anno prima a tre persone successivamente che suo padre l'aveva castrato in due volte: una quando era molto bambino e la seconda volta quando aveva 10 anni.

Il cadavere era ben nutrito, senza peli alla faccia ed alle ascelle; però ve n'erano alcuni sparsi sul pube. Il pene era grosso come un dito, col prepuzio ristretto. Lo scroto si mostrava assai piccolo ed incapace di contenere i testicoli e si vedevano pochi peli biondi sul pube; ma non si rinvenne alcuna cicatrice. Le glandole mammarie erano piccole, grandi incirca come un tallero. Internamente si trovavano i vasi deferenti molto piccoli; dal lato destro mancava totalmente il testicolo, e dal lato sinistro vi era un rudimento dell'epididimo e del testicolo in forma allungata. Per queste circostanze (e per altri argomenti) l'autore escluse la verità del racconto fatto dal suicida.

Nota 8.ª — **Senza uretra.**

Osservazione 1.ª — **Petit J. L.** — *Traité des maladies chirurgicales (Ouvrage posthume).* Paris 1774. Oss. citata da Surmay.

« Vidi una bambina di 4 anni che era nata senza uretra, senza ninfe, e senza clitoride, Essa aveva una vagina assai larga; e poichè emetteva le urine involontariamente, supposi che mancasse lo sfinctere.

« Ne vidi un'altra che possedeva ben conformate la vulva, la clitoride, le ninfe e le grandi labbra, ma era priva di tutta l'uretra e del collo della vescica. Essa emetteva l'urina dalla vagina per un foro molto largo, che permetteva l'ingresso del piccolo dito ».

Osservazione 2.ª — **Smidt E.** — *Singular case of malformation of the sexual organe with absence of the uretra — London medical Gazette* 1843-44, Tom. XXXIII, p. 174.

Osservazione 3.ª — **Delbovier** — *Développement énorme de la vessie et des parois abdominales chez un foetus d'environ huit mois. — Annales de la Soc. des Sc. Méd. et naturelles de Bruxelles* 1842, p. 36.

Osservazione 4.ª — **Surmay** medico in *Ham (Aisne) — Absence complète de l'urèthre et du clitoris; développement incomplet des petites et des grandes lèvres. Incontinence d'urine — Bullet. de la Soc. Méd. d'émulation de Paris* (1860-1866), 1867. *Nouv. sér.* p. 551 — *Union Méd.* Paris 1866. *Nouv. sér.* Tom. XXXII, p. 580.

Una bambina di 14 anni affetta d'incontenenza d'urina era relativamente piccola e camminava oscillando ed allontanando le coscie.

All'esame si vide che il pube (monte di venere) non sporgeva, che le due grandi labbra non si riunivano superiormente (mancanza della commissura superiore), bensì inferiormente, e che non vi era alcuna traccia della clitoride e del prepuzio. Le piccole labbra erano rudimentali.

Sotto la sinfisi del pube sporgeva un piccolo tumore rosso, sensibile, grande come una mezza ciliegia. Premendolo con un dito, esso cedeva e si convertiva in una cavità da contenere un uovo, da cui tosto esciva l'orina, e rimaneva una apertura assai larga sotto il pube, che non costringeva il dito, sicchè l'autore lo giudicò giustamente un prolasso di vescica, ma con troppa sollecitudine affermò che *non vi era traccia d'uretra* e

neppure di *sfintere vescicale.* (Si deve avvertire che la madre non s'accorse dell' incontinenza d'orina se non quando la figlia aveva l'età di 18 mesi e fu affetta da *coqueluche* intensa).

Una piega mucosa costituiva l'imene di forma circolare in guisa che permette l'introduzione in vagina del dito piccolo. L'utero si riconosceva tanto per la via vaginale; quanto esplorando la vescica.

OSSERVAZIONE 5.ª — **Behncke.** Da un giornale danese il — *Jahresbericht für* 1875, Bd. II, s. 618.

Una bambina di 3 giorni era nata senza uretra e la vescica sboccava in vagina. Dopo la nascita essa non aveva orinato e la vescica era molto piena. All'esame si videro le grandi labbra bene sviluppate, ma mancavano le piccole, la clitoride e l'orificio uretrale. Esplorando con un catetere la vagina, si trovò che essa era riempita di una sostanza gelatinosa, tenace, tolta la quale, tosto escì una certa quantità d'orina, e con una sonda curva per la vagina si potè entrare in vescica.

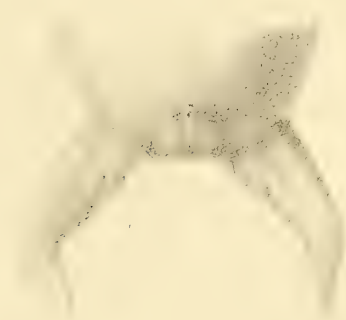
OSSERVAZIONE 6.ª — **Post** — *American Journal of Obstetric.* Agosto 1885, p. 785 — *Jahresbericht für* 1885, Bd. II, s. 621 (103).

Caso di mancanza completa dell'uretra. Nell'introito della vagina vi era una apertura con una specie di sfintere, per la quale la donna orinava, emetteva i mestrui, veniva accoppiata, e si introduceva un dito, giungendo tosto in vescica. Mancavano la vagina e l'uretra.

Fig. 1.ª

Fig. 2.ª

Fig. 3.ª

E. Contoli lit. *Lit. Mazzoni e Rizzoli-Bologna*

DI UN NUOVO ELETTROMETRO IDIOSTATICO
ASSAI SENSIBILE

MEMORIA

DEL

PROF. AUGUSTO RIGHI

(Letta nella Sessione ordinaria del 28 Gennaio 1894).

I. - Descrizione dell'apparecchio.

Nel 1876 (*) descrissi un elettrometro idiostatico destinato a misurare alti potenziali, il quale per la sua forma può considerarsi come un elettrometro a quadranti, dal quale sieno state soppresse le parti superiori di due quadranti opposti, e siano state messi in communicazione metallica i quadranti coll'ago sospeso. Esso rassomiglia perciò a molti dei voltametri elettrostatici che furono costrutti dopo. Tale strumento fu poi modificato, onde aumentarne la sensibilità, in occasione di una mia ricerca più recente (**).

Ho voluto dopo dare una forma definitiva a questo elettrometro, che fosse opportuna pei casi nei quali si richiede una sensibilità assai grande, ed è in tal modo che sono stato condotto a ideare e costruire l'elettrometro idiostatico del quale espongo quì la descrizione.

Il nuovo elettrometro si può considerare come fondato sul principio seguente. S'immagini un condensatore ad aria costituito da due dischi metallici paralleli, fra loro comunicanti, e da una lastra metallica parallela ai dischi posta fra di essi e divisa in due parti, delle quali una fissa e l'altra mobile nel proprio piano.

Se fra le due lastre, fra loro comunicanti, ed i due dischi, si stabilisce una differenza di potenziale, la lastra mobile sarà respinta dalla lastra fissa con una forza la quale, mentre sarà proporzionale al quadrato della differenza di potenziale, sarà pure tanto più grande, quanto maggiore è la

---

(*) *Mem. della R. Acc. di Bologna,* serie III, t. VII (1876). — *N. Cimento*, serie 2ª, t. XVI, p. 89.
(**) *Mem. della R. Acc. di Bologna,* serie V, t. III, pag. 130 (1893).

densità elettrica sulle due lastre. Ora, questa densità si potrà accrescere indefinitamente, diminuendo le distanze che separano le due lastre dai due dischi. Con distanze estremamente piccole la ripulsione potrà produrre grandi spostamenti della lastra mobile, anche se la differenza di potenziale fra le lastre ed i dischi é assai piccola.

È con una disposizione di questo genere che ho potuto ottenere un elettrometro di sensibilità paragonabile a quella degli ordinari elettrometri a quadranti, ma col grande vantaggio su questi, di non richiedere alcun potenziale di confronto.

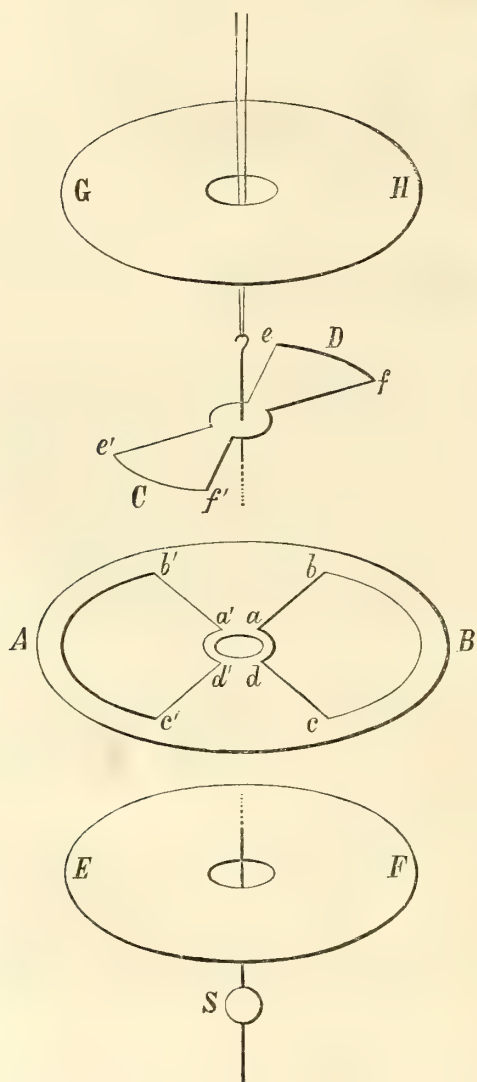
Fig. 1

La fig. 1 mostra schematicamente le parti principali del nuovo elettrometro, disegnate peró, per chiarezza, a distanze reciproche assai esagerate.

Un disco d'alluminio orizzontale ed assai sottile *AB*, ha un foro nel centro di 1,1 c. di diametro, e due larghe finestre opposte in forma di settori, *abcd*, *a'b'c'd'*. I raggi degli archi *bc*, *b'c'* è di 3,5 c. e quello degli archi *ad*, *a'd'* di 0,85 c., mentre l'angolo che fanno *ab* con *a'b'* oppure *cd* con *c'd'* é di 60°. Al disopra si trova un ago d'alluminio *CD* avente la forma di due settori opposti di 60° riuniti da un dischetto centrale di 1,2 c. di diametro. Esso é portato da una sospensione bifilare, simile a quella di un elettrometro di Mascart. Il raggio di curvatura degli archi *ef*, *e'f'* é un po' maggiore di quello degli archi *bc* e *b'c'*, e cioè 3,75 c.

L'ago é collocato alla più piccola distanza possibile dai settori del disco *AB*, ed anzi, quando é nella posizione di riposo, uno dei suoi lati rettilinei *e'f* oppure *ef'* corrisponde press' a poco alla bisettrice dell'angolo formato da *bc'* con *b'c*.

Il filo di platino verticale, lungo 8,8 c. al quale l'ago é fissato, passa pel foro centrale (diametro 1,15 c.) d'un disco metallico orizzontale *EF*, avente 9,4 c. di diametro, posto sotto *AB* a piccolissima distanza; la sua estremità inferiore, che é leggermente schiacciata, pesca nell'acido solfo-

rico concentrato posto in un vaso di vetro, e che ha il triplice scopo, di mantenere secca l'aria che circonda i dischi, di stabilire comunicazione stabile fra l'ago ed i settori fissi bb', cc', e di smorzare le oscillazioni dell'ago. Le deviazioni di questo sono lette al modo solito per mezzo d'uno specchietto S fissato sul filo di platino (*). Nel mio apparecchio l'intero sistema sospeso, e cioè ago, filo di platino e specchio, non pesa che 1,2 gr.

Infine, al disopra dell'ago mobile trovasi un disco metallico GH orizzontale, eguale in tutto al disco EF, se non ché mentre questo é fisso, l'altro puó essere collocato a varie altezze, a cominciare da una distanza piccolissima dall'ago mobile, sino a circa 2 c.

I due dischi EF, GH in generale comunicano fra loro e colla cassa metallica che circonda le parti dell'istrumento già descritte, e formano una delle armature del condensatore considerato più sopra. I settori fissi del disco AB e l'ago, sempre comunicanti fra di loro, costituiscono la seconda armatura. Se esiste una differenza di potenziale fra i due sistemi conduttori, l'ago devía, e la deviazione é sensibilmente proporzionale al quadrato di questa differenza di potenziale. La sensibilitá sará tanto maggiore, quanto più vicini fra loro si saranno messi i due fili di sospensione, e quanto più piccole si saranno ridotte le distanze fra i dischi ed i settori.

Questo modo d'adoperare l'elettrometro, che indicheremo come metodo a), é quello che conduce alla massima sensibilitá, ma non é il solo che si possa impiegare. Esiste, per esempio, un metodo b) che dà minor sensibilitá, e che consiste nel mettere il disco inferiore EF, non già in comunicazione col disco superiore, ma bensí coi settori fissi e coll'ago. In questo caso si puó considerare come nulla la densitá elettrica sulle faccie inferiori dei settori e dell'ago. La deviazione é allora prodotta solo dalla carica delle faccie superiori, la quale a paritá di potenziali diminuisce se il disco superiore viene portato più in alto. La sensibilitá dello strumento si renderá quindi di più in più piccola sollevando il disco superiore. Un semplice commutatore permetterá di passare istantaneamente dal metodo a) al metodo b), ció che sará assai vantaggioso quando abbiansi a misurare potenziali di grandezze assai differenti. Una volta che in ciascuno dei due metodi si sia misurata la deviazione prodotta da una nota differenza di

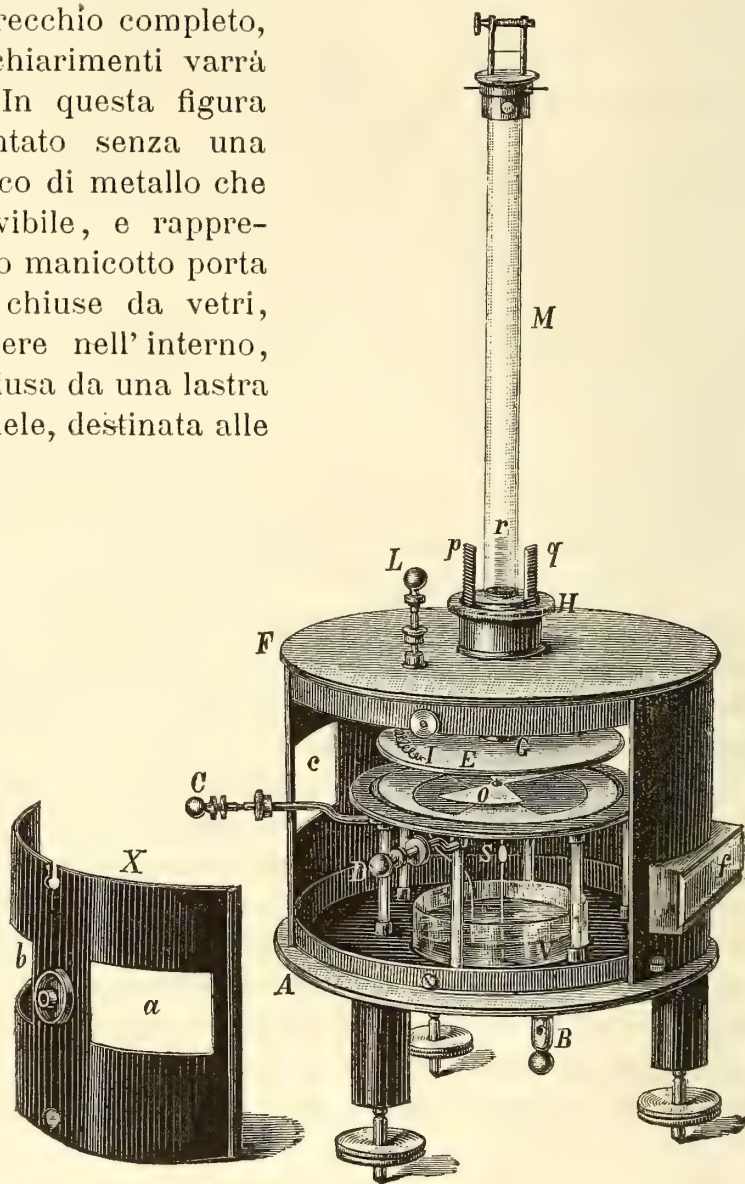
(*) Per preparare i piccoli specchi degli strumenti a riflessione, ho l'uso di argentare un gran numero di piccoli vetri copri-oggetti di forma circolare, e di 1 c. o anche meno di diametro, scegliendo i pochi veramente piani col provarli uno ad uno per mezzo di una scala e di un cannocchiale. Siccome però i vetri ben piani sono rarissimi, così ho trovato comodo fare una prima cernita, osservando le frangie d'interferenza che mostrano allorchè, collocati sopra una lastra di vetro ben piana, vengono illuminati colla luce del sodio. Con un po' di pratica si riesce così rapidamente a riconoscere quelli che sono quasi piani, che soli vengono poi inargentati.

potenziale (p. es. quella che fornisce una pila campione) si calcolerà la costante K dello strumento, che entra nella formola $V = K\sqrt{\alpha}$, la quale stabilisce la relazione fra le deviazioni lette α e le differenze di potenziale V che le producono. Si potrà ammettere che α sia espressa in millimetri della scala, giacchè le deviazioni angolari non sono mai troppo grandi.

Fig. 2

La fig. 2 mostra l'apparecchio completo, e coll'aggiunta di pochi schiarimenti varrà a darne una idea esatta. In questa figura l'elettrometro è rappresentato senza una parte del manicotto cilindrico di metallo che lo chiude, la quale è movibile, e rappresentata a parte in X. Questo manicotto porta cinque finestre a, b, c. ... chiuse da vetri, e destinate a lasciar vedere nell'interno, come pure la finestra f, chiusa da una lastra di vetro a faccie ben parallele, destinata alle letture.

La base circolare d'ottone A, sostenuta da tre piedi d'ebanite che terminano in viti di livello, porta un serrafilo B ed ha una larga apertura centrale, alla quale si applica dal disotto un coperchio metallico che porta il vasetto dell'acido solforico V. Intorno a questo sorgono sei colonnette di vetro verniciato, tre delle quali sostengono il disco inferiore (quello cioè segnato EF nella fig. 1).

L'asticella d'ottone C terminata da serrafilo, che arriva fuori dal manicotto, comunica con questo disco. Le altre tre colonnette sostengono un anello d'ottone comunicante col serrafilo D e fatto di due pezzi posti l'uno sull'altro e stretti assieme con viti. Fra questi due semianelli è stretta la lamina d'alluminio frastagliata in modo da costituire i settori fissi (rappresentata con AB nella fig. 1). Resta facile

il regolare la distanza fra il disco inferiore ed i settori fissi, e renderla piccola quanto si vuole, giacché le tre colonnette non sono fissate direttamente sulla base A, ma bensì appoggiate su tre molle che tendono a sollevarle, mentre esse possono essere tirate in basso per mezzo di madreviti che sporgono sotto la base e che ingranano con viti fissate sul prolungamento delle colonnette.

Il disco metallico superiore E (quello indicato con GH nella fig. 1) è rappresentato nella fig. 2 alquanto sollevato sui settori, onde questi siano ben visibili. Esso è sostenuto da un tubo di vetro verniciato G, nell' interno del quale passano liberamente i fili di sospensione. Questo tubo non è fissato al coperchio dell' istrumento, ma è invece portato da un largo tubo d' ottone lavorato esternamente a vite e tagliato longitudinalmente in guisa da ridursi a tre striscie equidistanti p, q, r. Facendo girare la madrevite H si può allora alzare od abbassare il disco, che un sottile filo metallico I mantiene in comunicazione col serrafilo L, fissato al coperchio coll' intermezzo d' una colonnetta di vetro verniciato. Nella fig. 2 S è lo specchietto ed M un tubo di vetro, alto circe 20 c., che sostiene il piccolo congegno per l' attacco dei fili di sospensione, il quale è così costruito da permettere di variare facilmente l' altezza dell' ago, la distanza dei due fili alla loro estremità superiore, e l' orientazione del loro piano.

Onde l' elettrometro possa dare una sensibilità assai grande, occorre, come si è già notato, che i settori siano ben piani e sottili, e che i due dischi siano paralleli ai settori, ed a distanza piccolissima da questi. Per soddisfare il meglio possibile a queste esigenze, si operò nel modo seguente.

I settori fissi e l' ago furono fatti con lastra d' alluminio sottilissima. Si resero piani comprimendoli fra lastre di ferro a faccie piane, che vennero fortemente riscaldate, e poi lasciate raffreddare lentamente. Per montare l' istrumento si cominciò col verificare la posizione del disco inferiore, ponendo sul tornio la base dell' istrumento, e rammollendo il mastice col quale il disco stesso è fissato alle sue colonnette. Dopo ciò, conveniva far in modo che il disco superiore fosse ben parallelo al disco inferiore. A questo scopo si collocò l' apparecchio nella sua posizione normale, senza però mettere in posto l' ago ed i settori fissi, e si abbassò il disco superiore. Allora si rammollì con una piccola fiamma il mastice col quale il disco superiore è attaccato al suo sostegno, sinché esso si adagiasse liberamente sul disco inferiore. Allora vennero messi in posto i settori fissi, e agendo sulle tre madreviti annesse alle colonnette che li sostengono, si ridusse la distanza fra disco inferiore e settori, la più piccola possibile, forse un decimo di millimetro all' incirca.

Per rendere facile tale operazione si stabilì un circuito elettrico contenente una pila ed un galvanometro, che si chiudeva se avveniva contatto fra i settori ed il disco.

Dopo ciò non restava che assicurarsi che l' ago, liberamente sospeso, fosse col suo piano in posizione rigorosamente orizzontale. A questo intento l' ago veniva sospeso al disopra d' una lastra di vetro ben piana, avente un foro per lasciare passare il filo di platino cui l' ago è fissato, e disposta in piano perfettamente orizzontale. Era facile allora far sì che l' ago potesse essere anch' esso orizzontale, tanto da poter liberamente oscillare a distanza estremamente piccola dal vetro.

Una volta montato l' apparecchio, prima di adoperarlo bisogna far sì che sieno orizzontali i dischi, e ciò per mezzo delle tre viti di livello, osservando che il filo di platino si trovi nell' asse dei fori dei due dischi. Ciò fatto si abbassa l' ago il più che è possibile, come pure il disco superiore, se si vuol raggiungere la massima sensibilità. Il modo migliore di procedere è il seguente. Si abbassa l' ago mentre oscilla finchè s' arresta bruscamente toccando i settori, poi lo si solleva lentamente sinchè riprende spontaneamente le sue oscillazioni. Analogamente si opera per avvicinare per quanto è possibile il disco superiore all' ago.

II. - Teoria dello strumento.

Se l' elettrometro viene adoperato per potenziali non tanto piccoli, e perciò si adotta la disposizione *b*), per la quale il disco inferiore comunica coi settori fissi e coll' ago, non si ha altro a fare che determinare la costante K della formola $V = K\sqrt{a}$ per mezzo d' una forza elettromotrice nota, per adoprare poi la stessa formola a determinare un nuovo potenziale V. La diversità di natura dei settori e dei dischi, anche se sono fatti con metalli diversi, non dà luogo ad errori sensibili. Ma se al contrario i potenziali da misurare sono piccolissimi, cioè minori anche assai di 1 Volta e si addotta la disposizione *a*), allora la differenza di potenziale di contatto fra dischi e settori non può essere trascurata. Questa differenza di potenziale non si può supporre nulla a priori, neppure se i dischi ed i settori si sono costruiti con un medesimo metallo, per esempio tutti in alluminio.

Che la differenza di potenziale per contatto abbia una influenza notevole fu già rilevato da Hallwachs in un caso analogo (*).

Ammettiamo dunque che fra settori ed ago da una parte, e dischi dall' altra, esista una differenza di potenziale V_0 allorchè sono in comunicazione metallica. Allorchè tutte le parti metalliche sono fra loro in diretta comunicazione, l' ago è dunque deviato d' una quantità a_0 dalla posizione

---

(*) *Wied. Ann.* t. XXIX, pag. 1 (1886).

in cui si troverebbe se i dischi venissero infinitamente allontanati. Se K è la costante dell'istrumento si avrà $V_0 = K\sqrt{\alpha_0}$. Questa deviazione α_0 non si può misurare, anzi si usa di collocare la scala in modo che quando esiste la differenza di potenziale di contatto V_0 si legga zero sulla scala medesima.

Se ora si vuol misurare una differenza di potenziale V, questa viene aggiunta alla V_0 preesistente. E se α_1 è la deviazione che si legge allora sulla scala, si ha evidentemente

$$V_0 + V = K\sqrt{\alpha_0 + \alpha_1}.$$

Se si invertono le comunicazioni coll'elettrometro, si avrà una deviazione α_2, e si potrà scrivere

$$V_0 - V = K\sqrt{\alpha_0 + \alpha_2}.$$

Dalle tre equazioni scritte si ricava:

$$V^2 + 2VV_0 = K^2\alpha_1, \tag{1}$$

$$V^2 - 2VV_0 = K^2\alpha_2. \tag{2}$$

Si vede intanto che si ha $\alpha_1 = \alpha_2$ solo quando sia $V_0 = 0$. D'onde un metodo semplicissimo per scoprire se V_0 esiste o no. Si vede altresì che se $V_0 < \frac{V}{2}$, α_2 è dello stesso segno di α_1, e se $V_0 > \frac{V}{2}$ è di segno contrario.

Eliminando fra (1) e (2) una volta V_0 e una volta K, se ne ricava:

$$2V^2 = K^2(\alpha_1 + \alpha_2), \tag{3}$$

$$(V + 2V_0)\alpha_2 = (V - 2V_0)\alpha_1. \tag{4}$$

Colla (3) si determina K se V è una forza elettromotrice nota, per esempio quella d'una coppia campione, facendo le due letture α_1, α_2 mentre la pila comunica nei due sensi coll'elettrometro. Colla (4) si potrà calcolare V_0, se lo si desidera.

Una volta poi determinato K la formola (3) così scritta:

$$V = K\sqrt{\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}} \tag{5}$$

si applicherà nell'uso corrente dell'istrumento. Essa mostra che devonsi

leggere le due deviazioni che produce la forza elettromotrice V messa in relazione coll'istrumento prima in un senso poi in senso opposto, e moltiplicare per K la radice della loro media aritmetica.

Però si possono stabilire altre formole che permettono di calcolare V in base alle due deviazioni α_1 ed α_2. Per esempio la formola seguente è a preferirsi allorchè, come nel metodo che sarà descritto nell'art. IV, la V è assai piccola di fronte a V_0, nel qual caso α_1 ed α_2 sono di segni opposti. Si risolva la (4) rispetto a V, poi si divida membro a membro la equazione (3) per quella così trovata. Si avrà:

$$V = \frac{K^2}{4V_0}(\alpha_1 - \alpha_2)\,. \tag{6}$$

Con questa formola, una volta determinati K e V_0, oppure la nuova costante $\frac{K^2}{4V_0}$, per mezzo d'una coppia campione, si calcola V, che, come si vede, è proporzionale ad $\alpha_1 - \alpha_2$. Se α_2 ed α_1, sono di segni opposti, come nel caso dell'art. IV, allora $\alpha_1 - \alpha_2$ non è che lo spostamento letto sulla scala nell'atto d'invertire le comunicazioni coll'elettrometro.

Se poi V è estremamente piccolo di fronte a V_0 allora dalle (1) e (2) si ha approssimativamente

$$V = \frac{K^2}{2V_0}\alpha_1 = -\frac{K^2}{2V_0}\alpha_2\,; \tag{7}$$

le deviazioni α_1 ed α_2 sono sensibilmente eguali e di segno contrario, e semplicemente proporzionali a V, come negli usuali elettrometri a quadranti.

Le ultime due formole si applicano solo quando si fa uso d'una pila per rendere grande V_0, come nel metodo descritto nell'art. IV. Nell'uso ordinario dell'elettrometro idiostatico si deve adoperare la (5), o la formola semplice

$$V = K\sqrt{\alpha}$$

nel caso in cui si sia constatato assere $V_0 = 0$.

Nel mio apparecchio V_0 non è zero benchè i dischi sieno d'alluminio come i settori. Forse si annullerebbe V_0 dorando settori, ago e dischi.

III. - Sensibilità dell' istrumento.

Ho misurato la costante K del nuovo elettrometro, onde riconoscere il grado di sensibilità che possiede.

Colla disposizione a), e cioè coi due dischi in comunicazione fra loro, e dopo aver ridotta piccolissima la distanza dei fili di sospensione alla loro estremità superiore (circa un quinto di millimetro), ho misurato le deviazioni α_1 ed α_2 prodotte da una coppia Latimer-Clarke. Un polo della coppia comunicava coi due dischi e l'altro coi settori fissi e coll' ago.

Il valore di K è risultato eguale a 0,14, mentre la scala a millimetri si trovava a 5 metri dall'apparecchio (*). Ne risulta che una differenza di potenziale di 0,14 V. fra dischi e settori produce una deviazione di 1 millimetro della scala, od anche che una differenza di potenziale di 1 Volta, dà una deviazione di circa 51 millimetri. Questa, che è la massima sensibilità raggiunta, è inferiore a quella che dà un elettrometro a quadranti usuale quando si tratti di minime differenze di potenziale. Ma bisogna riflettere che nel mio elettrometro le deviazioni crescono in proporzione dei quadrati dei potenziali, e perciò piccole variazioni di potenziali non troppo piccoli, possono corrispondere a variazioni grandi della deviazione. Per esempio, per aumentare di 1 millimetro della scala la deviazione prodotta da una differenza di potenziale di 3 Volta, basta un aumento di circa 0,0033 Volta dato a questa differenza di potenziale. Si vede così quanto la sensibilità cresca al crescere della deviazione.

Se il disco superiore, anzichè essere vicinissimo all'ago, è posto alquanto in alto, la sensibiltà naturalmente diminuisce. Ma diminuisce di poco, e la ragione si è che non è possibile porre il disco superiore tanto vicino all'ago, quanto il disco inferiore può essere posto vicino ai settori fissi, senza impedire o almeno senza troppo smorzare le oscillazioni dell'ago medesimo.

Lasciato il disco superiore assai vicino all'ago, ho poi messo il disco inferiore in comunicazione coi settori, cioè ho adottato la disposizione b) dell' art. I. Il valore di K è divenuto 0,76. E sollevando il disco superiore, K ha assunto valori di più in più grandi, come appunto doveva accadere. Si vede così quanto la sensibilità sia minore colla disposizione b) che colla disposizione a), ed anzi come diminuisce al crescere della distanza fra il disco superiore e l'ago.

(*) Quando la scala si colloca assai lontana da un istrumento a riflessione, è comodo e vantaggioso separarla dal cannocchiale, e porre questo in vicinanza dell'istrumento, come indicai altre volte.

Siccome colla disposizione *a*) basta una differenza di potenziale di neppure 4,5 Volta perché la deviazione sia di circa un metro, che é la lunghezza usuale della scala, la disposizione *b*) servirá quando si abbiano a misurare potenziali superiori a 4,5 Volta, e piú questi potenziali saranno elevati, piú si dovrá allontanare il disco superiore dall'ago, onde ridurre la sensibilitá nei limiti opportuni (*).

IV. - Impiego dell' elettrometro con pila di confronto.

Benché lo scopo principale dell'istrumento giá descritto sia quello di dispensare dall'uso di una pila di carica, faró vedere in questo articolo, che l'istrumento stesso si puó anche adoperare con una pila, nel qual caso la sua sensibilitá diventa assai grande, e di molto superiore a quella degli elettrometri a quadranti.

Si mettano i due dischi in comunicazione con uno dei poli di una pila, ed i settori e l'ago coll'altro polo. L'ago devierá assai, ma spostando la scala o meglio facendo girare nel senso opportuno la sospensione dei fili, si potrá far in modo che sulla scala si legga ancora lo zero. Aggiungendo allora nella comunicazione fra dischi e settori una nuova forza elettromotrice V, ora in un senso ora nell'altro, si avranno due deviazioni α_1 ed α_2, che in generale saranno di senso contrario, essendo ora V assai piccolo in confronto della differenza di potenziale stabile V_0 che esiste fra dischi e settori. La formola (6) fará conoscere V, una volta che colla lettura delle deviazioni prodotte da una coppia campione, si sia determinata la costante $\frac{K}{4V_0}$ dell'istrumento in tal modo adoperato.

Questo metodo, che concede una sensibilitá grandissima per ogni istrumento nel quale le deviazioni crescano come i quadrati delle quantitá dalle quali le deviazioni stesse dipendono, corrisponde sostanzialmente ad uno che fu indicato dal Donati per la bilancia di Coulomb (**), e piú tardi proposto pure da Hallwachs (***).

Per dare idea della sensibilitá che cosí si raggiunge, valgano le cifre seguenti. La pila di carica in una mia esperienza era costituita da 34 coppie rame-acqua-zinco. La costante $\frac{K}{4V_0}$ ebbe il valore 0,00174, e cioé lo

---

(*) Si puó, in caso di bisogno, diminuire di molto la sensibilità, tanto nella disposizione *a*) che nella *b*), allontanando i fili di sospensione alla loro estremità superiore.

(**) *N. Cimento*, serie 2ª, t. XIII, pag. 5 (1875).

(***) l. c.

spostamento $\alpha_1 - \alpha_2$ prodotto coll'invertire le comunicazioni della forza elettromotrice incognita era di un millimetro della scala, allorchè la detta forza elettromotrice era di 0,00174 Volta, cioè meno di un cinquecentesimo di Volta. Tale sensibilità potevasi poi aumentare ancora di molto, aumentando il numero delle coppie della pila di carica.

Se le differenze di potenziale da misurarsi sono piccolissime in confronto della forza elettromotrice della pila, allora la formola (7) può adoperarsi invece delle (6) e non si ha a leggere che la semplice deviazione, cui è proporzionale la differenza di potenziale che si misura, come avviene cogli elettrometri a quadranti.

Questo modo di far uso dell'elettrometro qui descritto sarà vantaggioso quando si tratti solo di scoprire l'esistenza di forze elettromotrici piccolissime, o di constatare minime variazioni di forze elettromotrici già esistenti. Occorreranno però certe precauzioni onde evitare inganni, la principale delle quali consiste nel chiudere la pila di carica ed i corpi, nei quali si sviluppa la forza elettromotrice da misurare, entro una cassetta chiusa, che contenga anche il necessario commutatore, che verrà maneggiato dal di fuori. Senza di ciò lo zero sarebbe assai instabile, bastando lievi correnti di aria a modificare momentaneamente i potenziali delle varie parti della pila di carica.

V. - Modificazioni dell'elettrometro.

Si è visto nell'art. III che la presenza del disco superiore poco contribuisce alla sensibilità dell'istrumento, adoperato per potenziali piccolissimi. Se dunque un elettrometro è destinato solo a potenziali assai bassi, si può semplificarne di molto la costruzione sopprimendo il disco superiore.

Si potranno poi sopprimere gli inconvenienti dovuti all'acido solforico, adoperato come mezzo di comunicazione fra settori fissi e quadranti, facendo la detta comunicazione per mezzo d'una foglia d'oro. L'idea di questa disposizione l'ho tratta da una esperienza di Hallwachs (*) e messa in pratica mi ha sembrato dare risultati assai buoni.

Si lasci nell'elettrometro il vasetto dell'acido solforico, che non servirà più che per disseccare l'aria, se ne faccia uscire il filo di platino comunicante coi settori fissi e lo si pieghi orizzontalmente in modo che la sua estremità arrivi all'asse verticale dello strumento, si raccorci poi il filo di platino che porta l'ago, facendolo terminare subito al disotto dello specchietto, e si pongano in comunicazione i due fili di platino per mezzo d'una striscia

(*) l. c,

di finissima foglia d'oro. Questa striscia che può essere larga un millimetro o meno e lunga due o tre centimetri, viene avvolta sui due fili di platino, e tenuta in posto con una traccia di gomma alle due estremità. Ho constatato che anche quando i fili di sospensione sono vicinissimi la foglia d'oro non offre sensibile resistenza ai movimenti dell'ago.

Con questa disposizione è soppresso anche lo smorzamento che produceva l'acido solforico; ma lo smorzamento prodotto dall'aria nello spazio ristrettissimo nel quale l'ago si muove, è in pratica largamente sufficiente.

Infine, si potrebbe grandemente aumentare la sensibilità dell'elettrometro, sostituendo alla sospensione bifilare, una sospensione a filo di quarzo del Boys. In tal caso, adoperando un filo di quarzo leggermente argentato (*) questo potrebbe anche servire a stabilire la comunicazione dell'ago coi settori. Però non credo sia opportuno un ulteriore aumento di sensibilità ottenuto in tal modo, giacché le oscillazioni dell'ago assumerebbero una durata estremamente grande, e perciò praticamente assai incomoda. Ma la sospensione a filo di quarzo sarà assai opportuna se si daranno all'istrumento delle dimensioni assai piccole, come quelle dell'elettrometro a quadranti costruito dal Boys (**). È certo che con un filo di quarzo finissimo si raggiungerebbe lo scopo di avere un elettrometro idiostatico assai sensibile, di dimensioni piccolissime, ed il cui ago avrebbe un periodo d'oscillazioni non troppo grande.

Aggiunta.

Durante la stampa della presente Memoria ho ricevuto dal Prof. Boys alcuni fili di quarzo da lui per me fabbricati. Godo che mi si presenti qui l'occasione di ringraziarlo vivamente per la sua cortesia. Ho quindi potuto assicurarmi della maggior sensibilità che acquista il mio elettrometro sospendendo l'ago ad uno di questi fili. Il filo impiegato è lungo 234 mm. e grosso all'incirca 0,0067 mm. La costante K, che colla sospensione bifilare era eguale a 0,14, è divenuta eguale a 0,05 In tal modo basta una differenza di potenziale di 0,05 Volta per produrre un millimetro di deviazione sulla scala, mentre una differenza di potenziale di un Volta produce 400 millimetri di deviazione. Però la durata delle oscillazioni dell'ago è diventata grandissima, ragione per cui occorre aspettare molti minuti prima di fare una lettura. Con dimensioni ridotte dell'ago e anche con filo di quarzo più sottile, si avrebbe certamente grandissima sensibilità e conveniente prontezza delle deviazioni.

(*) Himstedt, nei *Weed. Ann.*, v. 52, p. 752 (1893).
(**) Beiblätter 1891, pag. 721.

RASSEGNA DEGL' IMENOTTERI

RACCOLTI NEL MOZAMBICO DAL CAV. FORNASINI

ESISTENTI NEL MUSEO ZOOLOGICO DELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

MEMORIA

DI

C. EMERY, G. GRIBODO e G. KRIECHBAUMER

(Letta nella Seduta del 10 Dicembre 1893).

È trascorso quasi mezzo secolo da quando il Cav. FORNASINI, in due successivi viaggi fatti per ragioni di commercio, raccoglieva nella parte australe del Mozambico copiosa messe di oggetti naturali e principalmente di insetti, che mandava a GIUSEPPE BERTOLONI, allora professore di storia naturale in questa Università.

Non poche specie nuove, massime di Coleotteri, furono descritti dallo stesso BERTOLONI nelle Memorie di questa Accademia, e delle collezioni fornasiniane ebbe ad occuparsi anche il BIANCONI. Alcuni gruppi peró rimasero negletti, certo in gran parte per mancanza dei mezzi necessari al loro studio. Di questi, gli Aracnidi furono dal mio predecessore alla Direzione del Museo, Prof. TRINCHESE, affidati per lo studio al Prof. PIETRO PAVESI, che li descrisse negli Annali del Museo Civico di Genova.

Gl' Imenotteri non erano stati finora oggetto di studio. Prescindendo da poche Formiche che io stesso ho potuto determinare, ho mandato gli esemplari delle altre famiglie al distinto imenotterologo Prof. Ingegnere GIOVANNI GRIBODO di Torino, il quale ha illustrato gli Aculeati e i Chrisidi, affidando i pochi Terebranti all' egregio Dott. GIUSEPPE KRIECHBAUMER del R. Museo di Monaco. — Il presente lavoro consta dunque di tre parti, di cui la più importante é dovuta al GRIBODO, e la minima é la mia.

Nonostante il lungo tempo trascorso, le raccolte del FORNASINI, come lo dimostra il gran numero delle specie inedite, non hanno perduto molto del loro interesse, provenendo da regioni che i geografi hanno esplorato ripetutamente e forse a sufficienza, la cui fauna é peró lungi dall' essere ben conosciuta.

C. EMERY.

I.

FORMICIDI

PER

C. EMERY

Dorylus juvenculus Shuck. var. **badius** Gerst.

Inhambane ♂. Questa forma che mi pare una semplice varietà del *D. juvenculus* ne differisce per la statura alquanto maggiore e per la forma un poco più larga del peduncolo addominale. Fu descritta dal Gerstaecker sopra esemplari del Mozambico. È probabilmente diffusa lungo la costa orientale dell' Africa; ne ho ricevuto esemplari di Lindi. — Forse deve riferirsi alla stessa specie il *D. glabratus* Shuck dell' Africa occidentale che io non conosco.

Paltothyreus tarsatus Fab.

Inhambane ☿. Specie comune in tutta la regione etiopica.

Oecophylla smaragdina Fab.

Inhambane ☿; sponde del fiume Magnarra ♀. È notevole che, mentre gli esemplari della costa occidentale dell' Africa appartengono ad una sottospecie ben distinta, *O. longinoda* Latr., quelli della costa orientale sono quasi identici al tipo indiano della specie, come risulta con massima evidenza quando si hanno d' innanzi le ♀. Le ♀ del tipo hanno le ali trasparenti con venature testacee, mentre le ali dell' *O. longinoda* sono alquanto affumicate, con venature brune e che appariscono più grosse, perchè rinforzate da un alone scuro.

Camponotus maculatus Fab. sottosp. **carinatus** Brullé var. **cognatus** F. Sm.

Inhambane ☿ ☿.

Camponotus foraminosus Forel var.

Due ♀ piuttosto male conservate di Inhambane.

Camponotus rufoglaucus Jerdon. sottosp. **vestitus** F. Sm.

Una ♀ senza indicazione di località.

Camponotus longipes Gerst.

Pare specie caratteristica del Mozambico, scopertavi dal Peters. Inhambane; un ♂ della medesima località appartiene probabilmente a questa specie.

Polyrhachis militaris Fab.

Una ♀ senza località precisa.

Polyrhachis rugulosa Mayr.

♀. Anche di questa specie non è segnata la località.

II.

ACULEATI E CHRISIDI

PER

GIOVANNI GRIBODO

Lo studio di piccole collezioni locali comprendente un intero ordine d'insetti è di regola uno dei più faticosi, e ad un tempo dei meno interessanti; od a dir meglio non procura le soddisfazioni, che si trovano invece nello studio di gruppi speciali, esteso alle specie di tutte le regioni del mondo. Ma ciò non è più vero, quando la località di origine è ancora sconosciuta faunisticamente.

Egli è per ciò che ho accettato con piacere la proposta fattami dal Prof. Emery, di studiare gli Imenotteri stati raccolti al Mozambico dal Cav. Fornasini, dappoiché questo paese si può considerare, anche oggidì, come inesplorato, nella sua fauna imenotterologica. I risultati dei viaggi del Peters, quand'anche si vogliano completare coll'unirvi quelli ottenuti da viaggi fatti in regioni più o meno finitime (come ad esempio quello del von der Decken), sono si può dir quasi nulli. Basta a dimostrarlo il semplice confronto dell'elenco delle specie d'Imenotteri già conosciute della fauna

etiopica tropicale intera con quello delle specie di una zona, anche limitata, delle regioni poleartica o neoartica.

Ogni contribuzione perciò, anche piccola, diviene in tal caso assai importante ed interessante; e così appunto avvenne in questa circostanza.

Quanta sia la ricchezza entomologica tuttora inesplorata di quella regione noi possiamo giudicarlo dal fatto che sopra l'esiguo numero totale di 44 specie raccolte, per gli Imenotteri Aculeati e Chrysidi, ben 12 risultarono nuove per la scienza, cioè circa il 30 per 100.

In questi nuovi materiali della fauna mossambica noi troviamo si può dire ripetute le forme stesse, e colle medesime proporzioni, che si incontrarono nel viaggio del Peters. Sono le stesse famiglie, anzi gli stessi generi, e nel medesimo rapporto di quantità sia di specie che di esemplari. Se anche talune delle forme specifiche non sono identiche, presentano però affinità grandissima. Sono notevoli le stesse lacune; fra le quali accenno a quella del gruppo così caratteristicamente etiopico delle *Synagris;* nelle due raccolte di Peters e del Fornasini troviamo un solo ed unico esemplare di quelle *Synagris*, che sono così frequenti nei paesi orientali dell'Africa a partire dal Zanzibar sino alla bassa Nubia, e che si incontrano pure, sebbene meno abbondanti, nelle regioni australi od occidentali dell'Africa stessa.

Simili fatti inducono a far supporre che la fauna imenotterologica del Mozambico possa esser assai più distinta di quanto le conoscenze, assai più estese delle faune circostanti (parlando solo delle littoranee, le regioni dell'interno essendo tuttora affatto sconosciute) avrebbero fatto pensare.

Torino 14 novembre 1893.

G. Gribodo.

Apis mellifica Linn. var. **unicolor** Latr.

Apis mellifica — Linn. Faun. Suec. pag. 421, n. 1697.
» » — Gerst. Peters Reise n. Mossam. part. V., Insect. pag. 439.
» *unicolor* — Latr. Notice s. les Esp. d'Abeill, viv. en grand. soc... (Ann. du Mus. d'Hist. Nat. v. V., pag. 168, n. 2, tav. 13, fig. 4).
» » — Lep. Hist. Nat. d. Ins. Hymen. v. I., pag. 403, n. 4.

Venne raccolta dal Cav. Fornasini, in località non designata, una sola operaia, la quale presenta tutti i caratteri della *A. unicolor;* forma questa che a mio parere non è altro se non che una varietà spiccatissima (forse la più spiccata fra le varie altre che vennero pure designate con un nome proprio) della ormai cosmopolita *A. mellifica*. Mentre questa o sotto la forma tipica o con quella di alcune sue varietà (comune sopra tutte, e sparsa la *var. ligustica* Spin,), trovasi ormai in tutti i paesi del globo, esclusi forse

solo i circoli polari, la *var. unicolor* è invece propria dell'Africa orientale tropicale: è sopratutto abbondante a Madagascar ed all' Isola Maurizio, però venne pur raccolta dal Marchese ANTINORI allo Scioa, e dal Dott. MAGRETTI nella Nubia (Galabat, Bazen...).

Xylocopa nigrita FABR.

Apis nigrita . . — FABR. Ent. System. v. II., pag. 316. ♀
Xylocopa nigrita — FABR. Syst. Piezat. pag. 340, n. 9. ♀
» » — LEP. Hist. Nat. des Ins. Hymen. v. II., pag. 179, n. 7. ♀
» » — GERST. v. d. DECKEN's REISE in Ost-Afr. Hymenopt. pag. 314, n. 2. ♂ ♀
» » — SMITH. Monogr. of t. Gen. Xylocopa (Trans Ent. Soc. Lond. 1874), pag. 261, n. 20. ♂ ♀

Furono raccolti dal Dott. FORNASINI due esemplari (♀ ♀) ,ad Inhambane e sulle sponde del Fiume Magnarra.

Specie essenzialmente caratteristica della fauna africana propriamente detta, vi si trova in tutte le regioni tropicali e quelle limitrofe: sulla costa occidentale estendesi da Sierra Leona ad Angola, sull' orientale da Zanzibar a Natal: il DECKEN la raccoglieva a Mombas (Zanzibar): io la ricevetti, autenticamente, da Zanzibar, Angola, Congo e Cameroon.

Xylocopa flavo-rufa DE GEER.

Apis flavo-rufa . . — DE GEER. Mem. v. VII., pag. 605, tav. 45, fig. 1. ♀
Xylocopa flavo-rufa — LEP. Hist. Nat. des Ins. Hymen. v. II., pag. 177, n. 5. ♀ ♂
» » » — SMITH. Monogr. of t. Genus Xylocopa. (Trans. Ent. Soc. Lond. 1874), pag. 254, n. 8. ♀ ♂
» » » — GRIB. Imen. di Scioa Memoria I. (Ann. d. Mus. Civic. di Genova v. XVI.) pag. 232, n. 5. ♂
» » » — GRIB. Imen. di Scioa. Memoria II. (Ann. d. Mus. Civic. di Genova, Serie 2ª v. I.) pag. 279, n. 4.
Xylocopa trepida? . — FABR. Syst. Piezat. pag. 340. n. 10, (1). ♀

Una femmina raccolta sulle rive del Magnarra.

Questa specie del pari che la precedente appartiene esclusivamente alla fauna africana; ma venne già raccolta alla Guinea, Angola, Capo B. Speranza, Natal. Io la posseggo della Baia d' Algoa, di Natal, e dello Scioa (Abissinia). Anche il PETERS la raccoglieva al Mozambico.

---

(1) Trovo negli autori ammesso questo sinonimo, perciò ne faccio memoria: ma sono ancora assai dubbioso se proprio la specie brasiliana descritta dal FABRICIUS debba unirsi a questa.

Xylocopa caffra Linn.

Apis caffra . . . — Linn. Syst. Nat. v. I, pag. 959. ♀
» » . . . — Fabr. Ent. System. v. II, pag. 319, n. 19. ♀
» olivacea . . — » » » » pag. 319, n. 21. ♂ ?
Bombus caffrus . — » Syst. Piezat. pag. 346, n. 17. ♀
» olivaceus — » » » pag. 347. n. 20. ♂ ?
Xylocopa caffra . — Lep. Hist. Nat. des Ins. Hymon. v. II, pag. 197, n. 41. ♂ ♀
» caffra . — Gerst. Peters Reise nach Mossamb. part. V. Insect. pag. 444, tav. XXIV, fig. 3. ♀
» » — » V. D. Deckens Reise in Ost-Africa. Hymenopt. pag. 315, n. 3. ♂ ♀
» » — Smith. Monogr. of t. Genus Xylocopa (Trans. Ent. Soc. Lond. 1874) pag. 258, n. 16.

Var. **Mossambica.** mihi.

Typo simillima tantum differt colore fasciarum metathoracis, abdominisque segmenti primi albo-niveo, non flavo. ♀

Un solo esemplare raccolto sulle sponde del Magnarra.

Anche il signor Fornasini, come già il Dott. Peters, raccolse esemplari di questa specie (d' altronde molto comune in tutta l' Africa, specialmente orientale) molto diversi a primo aspetto da quelli tipici: in essi le fascie di peli color giallo d' oro vivace che si trovano sul metatorace e sul primo segmento dell' addome sono invece di un bel bianco niveo: per effetto di questa semplice differenza la *facies* di questa varietà riesce assai diversa da quella della forma tipica: siccome però in tutti quanti i caratteri sia plastici che di colorazione non incontrasi più alcun altra differenza fra queste due forme, non vi è ragione di sorta per separarle; siccome tuttavia questa varietà si può considerare come assai spiccata, così credo conveniente di designarla con un proprio nome, come usasi, e con ragione a parer mio, in altri ordini d' insetti.

Questa varietà non deve confondersi coll' affine *X. inconstans.* Smith: le dimensioni anormali della testa di quest' ultima la distinguono nettamente, senza bisogno d' altro.

Sarebbe assai utile se questa specie si potesse ottenere dall' allevamento, onde conoscerne con sicurezza il maschio; potrebbe forse allora succedere che la presente varietà si dovesse invece elevare al grado di specie propria.

A quanto pare la varietà in questione abita esclusivamente il Mozambico, ove il Peters la raccoglieva a Tetè: il Fornasini ne trovava un esemplare sulle sponde del fiume Magnarra, donde portava pure un esemplare della forma tipica, assieme ad un maschio.

Questa specie venne già raccolta, oltre che al Mozambico, anche al Capo B. Speranza, al Damara Land, ed al Congo; io la posseggo della Baia d' Algoa, di Zanzibar, e di Scioa (Abissinia).

Xylocopa divisa Klug.

Xylocopa divisa — Klug. Magaz. d. Gesell. Natur. Freund zu Berl. 1807, pag. 264. ♀
» » — Smith. Monogr. of t. Genus Xylocopa (Trans. Ent. Soc. Lond. 1174) pag. 259, n. 18. ♂ ♀
» » — Grib. Imen. di Scioa (Ann. d. Mus. Civ. di Genova. Serie 2.ª, v. I) pag.279,n. 4. ♀

Una femmina fu raccolta ad Inhambane.

Duolmi di non possedere, né di aver potuto mai consultare il volume nel quale trovasi la descrizione originale del Klug della sua *X. divisa*; conosco questa soltanto dalla Monografia del Genere *Xylocopa* pubblicata dallo Smith. Ora in questa descrizione, un po' troppo breve, sta detto che la specie in questione presenta una varietá a pubescenza grigia sulla faccia, e gialla sul primo segmento dell' addome (sulle quali parti la colorazione tipica dovrebbe invece esser nera). Ignoro se veramente la forma descritta dal Klug sia quella a colorazione nera, oppure l'altra. Ciò presenta qualche interesse perché ho forte dubbio che quelle due diverse colorazioni si riferiscano a specie distinte anziché a semplici varietá. Ho questo dubbio perché nei vari esemplari che posseggo, la colorazione nera della pelurie del primo segmento addominale trovasi esclusivamente negli esemplari della Baia d' Algoa, quella invece gialla negli esemplari d'Abissinia (sole localitá dalle quali io ne abbia ricevuto); per tutti indistintamente la pelurie della faccia é grigia senza alcuna differenza (1). Fatto molto notevole si é che non trovasi alcun passaggio intermediario fra le due forme, cosa che si verifica sempre quando si tratta di sole varietá. Inoltre le mie femmine della Baia d' Algoa sono accompagnate da diversi maschi di statura proporzionata (cioé leggermente più piccola) a quella delle femmine; i quali maschi sono vestiti di una livrea di colore si puó dire quasi uniforme, identico (giallo ulivigno) per tutto il corpo: appena sulla costa esterna delle quattro tibie posteriori, e sulla superficie interna dei tarsi si osserva una villositá di un bruno quasi nero: un maschio del tutto identico accompagna l'esemplare del Mozambico, entrambi raccolti nei paragi del Magnarra. La presenza contemporanea di queste due forme di sesso diverso, e l' assenza in pari tempo di altre forme affini negli invii di quelle localitá, permette ragionevolmente di dubitare che quei due sessi appartengano ad una medesima specie. Aggiungasi che i due soli maschi che io posseggo, i quali corrispondono alla descrizione datane dallo Smith (cioé sostanzialmente aventi la villositá del dorso del torace e del primo

(1) Conviene far osservare che mentre gli esemplari della Baia d'Algoa hanno le ali uniformemente scure, opache, in quelle d'Abissinia invece esse nella prima metà sono trasparenti, quasi del tutto incolore, vitree.

segmento addominale di un giallo brillante, sul restante addome olivacea, sui fianchi e sul ventre di colore oscuro), provengono da Zanzibar, cioè da regione più vicina a quella che è la patria delle femmine a pelurie gialla sul primo segmento. Non si dimentichi che lo Smith afferma a quanto pare che in generale la colorazione gialla del primo segmento addominale nelle femmine s'incontra negli esemplari più freschi (*in good examples*): ora molti dei miei esemplari della Baia d'Algoa sono perfettissimi, ed hanno completa, senza alcun consumo o guasto, la pelurie tutta nera del primo segmento. Aggiungasi infine che lo Smith dice come i due sessi da lui descritti siano stati ottenuti dal nido al Natal.

In base alle affermazioni dello Smith io avevo ascritto alla *X. divisa* gli esemplari abissini (V. Imenotteri dello Scioa, memoria 2ª) i quali sono tutte femmine a primo segmento giallo; ma ora sono molto incerto sull'esattezza di tale determinazione, e, come già dissi più sopra, ho forte dubbio che si tratti di due specie logicamente distinte. Solo maggiori osservazioni locali, e sopratutto allevamenti su larga scala potranno sciogliere definitivamente il problema.

Frattanto però il maschio che fu raccolto dal Fornasini assieme alla fin qui ricordata femmina (il quale maschio è perfettamente identico, come già accennai, a quelli provenienti dalla Baia d'Algoa uniti a femmine del pari identiche a quella del Mozambico) non risulta ancora descritto da nessun autore, ond'è che io ritengo conveniente di darne qui una breve diagnosi, lasciando alle osservazioni dirette, fatte nelle località d'origine della specie, la dimostrazione dell'esattezza o dell'erroneità del connubio da me immaginato.

♂ *Parvus, valde depressus, dilatatus, nigro-piceus, antennarum scapo antice, clypeique margine antico (tenuiter, et medio interrupte) flavo lineatis: corpore toto (tarsis quatuor posticis exceptis intus, tibiisque posticis extus nigro-hirtis) succineo-olivaceo villoso, ani lateribus nonnihil nigro-ciliatis: tarsis quatuor anticis sat dense flavo ciliatis: alis subhyalinis, apicem versus obsolete infuscatis.*

Long. corp. mill. 41-15.

È notevole questo maschio per l'uniformità di colore che presenta la villosità del corpo; alla quale uniformità di colore va compagna anche una quasi uniformità di natura, di densità, e di lunghezza del vello. Ed è appena sensibile la minor lunghezza e la minor densità che presentano i peli dei segmenti dorsali dell'addome posteriori al primo; piuttosto è da notarsi che mentre sulla testa, sul torace, e sul primo segmente addomi-

nale i peli sono eretti, e fini, sui segmenti posteriori al primo sono alquanto più setolosi, e sono più obliqui al derma: visto l'addome alquanto dal dinanzi presenta una lieve apparenza di fascie alquanto più chiare. La testa é assai più piccola del torace; questo, e sopratutto l'addome, é assai largo ed appiattito.

Il margine posteriore dei quattro primi tarsi é vestito di ciglia giallo-chiaro, mediocremente lunghe e mediocremente folte.

Per questi caratteri, il maschio in questione non puó in nessun modo venir confuso con quello descritto dallo Smith, il quale lo paragona, e giustamente, al maschio della *X. africana F.*

Sempre per la persuasione che si debbono considerare due specie distinte, e che i maschi ora ultimi accennati e le femmine a primo segmento giallo debbano accompagnarsi formando assieme la seconda specie, credo bene di darne qui la descrizione, nominandola provvisoriamente.

Xylocopa flavobicincta n. sp.

X. divisae Klug *valde similis et affinis differt:*

♀ *corpore nonnihil confertius punctulato, clypei marginibus duobus superis obliquis magis tumidulis; alis minus infuscatis, basi subhyalinis: segmento abdominis dorsali primo dense flavo tomentoso.*

♂ *antennarum scapo nigrofusco immaculato, flagello subtus ferrugineo; capite flavo villoso, pilis fuscis intermixtis, praesertim in vertice; thorace obscure fusco-ochraceo tomentoso, thoracis dorso macula latissima circulari laete citrina, pectore pilis flavis intermixtis; pedibus fusco-ochraceo tomentosis, tarsis tibiisque duobus anticis flavo ciliatis, posticis nigro-hirtis; abdominis segmento dorsali primo flavo-villoso, sequentibus flavo-olivaceo villosis, pilis stratis brevibus; ano ciliis nigris intermixtis.*

Poco importanti sono le differenze fra le femmine di questa e della precedente specie: stanno tutte essenzialmente nella presenza o mancanza della fascia gialla al primo segmento, e fors'anche nella trasparenza od opacità della base delle ali: ma invece i maschi sono distintissimi, anche a primo colpo d'occhio; basterebbe per ció il mantello del torace giallo olivaceo uniforme nella *divisa*, di color grigio-bruno-giallognolo scuro, con larga macchia giallo-chiaro-brillante sul dorso nella *flavobicincta*.

La specie che io ritengo essere la vera *divisa* é rappresentata nella mia collezione da esemplari provenienti dalla Baia d'Algoa, e da Benue (Africa Occ.); la *flavobicincta* invece da esemplari d'Abissinia (♀♀) e di Zanzibar (♂♂).

Allodape pictifrons Smith.

Allodape pictifrons — Smith. Catalog. of Hymenopt. Ins. in t. Coll. of t. Brit. Mus. Part. II, pag. 228, n. 2.

Sponde del Magnarra.

Dopò che il Lepelletier fondava questo genere di apidi su di un unica specie dell'Africa meridionale, diciassette altre vennero scoperte; la maggior parte nella medesima regione (tre sole si trovarono nell'Africa boreale, due nell'India, una nell'Arcipelago della Sonda, e tre nella Nuova Olanda): assai probabilmente questo numero verrà molto accresciuto dalle nuove ricerche, sopratutto quando tutte le specie siano bene e completamente descritte, poichè esse hanno in generale in comune i caratteri principali, e le loro differenze (del pari che nei generi *Andrena, Halictus, Nomada.....*) quantunque aventi certamente valore specifico, risiedono in dettagli di forma di scultura, che vogliono esser enunciati con cura se si desidera che la specie risulti ben caratterizzata: io ho ad esempio sott'occhio quattro esemplari appartenenti, a parer mio, a quattro diverse specie, a ciascuno dei quali converrebbero del pari le diagnosi in generale troppo superficiali di buona parte degli autori.

Uno di questi esemplari fu raccolto dal Fornasini sulle sponde del Magnarra: credo che esso si possa riferire all' *A. pictifrons* dello Smith, quantunque presenti qualche piccola discrepanza con talune delle indicazioni della diagnosi. Così ad esempio ha listato di bianco, non solo il margine interno degli occhi, ma anche l'esterno: le ali sono del tutto vitree, trasparenti; la piccola carena frontale è assai poco pronunziata; il rosso-testaceo dell'orlatura dei segmenti addominali è assai scuro. In questo esemplare lo scudetto è trasversalmente fasciato di bianco-sulfureo.

In questa specie la punteggiatura dell'addome è fittissima, e quasi regolare; molto fina sul primo e sul secondo segmento va via ingrossandosi nei successivi, sempre però mantenendosi poco profonda; il derma poi tanto fra i punti quanto nell'interno stesso dei medesimi è finissimamente coperto da una punteggiatura finissima e molto regolare. L'epipigio è in questa specie abbastanza ottuso. L'addome, quasi ovoide, è appena più lungo della testa e torace sommati insieme. Le gambe non presentano alcuna anomalia in nessuna parte.

Questa specie fu già raccolta a Sierra Leona.

Allodape affinissima n. sp.

Praecedenti affinis quidem et similis, dignoscitur facie angustiore; clypeo

valde producto; oculorum orbitis haud albo-marginatis; scutello immaculato. ♀

Long. corp. mill. 7.

Un esemplare solo raccolto sulle sponde del Magnarra.

Questa specie non devesi assolutamente confondere colla precedente, quantunque per struttura, punteggiatura, ed anche in gran parte pel colorito le sia tanto somigliante; e ció in causa della grandissima differenza che presenta nella configurazione del capo. Questo, nella *pictifrons*, ha la faccia tanto larga quanto alta, di figura all' incirca circolare; mentre essa nell' *affinissima* é stretta, cioé assai più lunga che larga, ed é foggiata a triangolo allungato. Il clipeo, oltre ad essere in quest' ultima specie assai più lungo e più sporgente, é anche più gonfio, cioé più rialzato sul piano generale della faccia. Manca in questa specie la colorazione bianco-giallognola dell' orbita degli occhi, e sullo scudetto.

In tutto il resto, compreso il disegno delle venulazioni alari, le due specie sono affatto identiche.

Molta affinitá presenta l' *affinissima* anche coll' *A. simillima* Smith della Nuova Olanda.

Megachile nigrocincta Rits.

Megachile nigrocincta — Rits. Aanteek. betreff. eene klei. Coll. Hymen. van Neder-Guinea. (Tijdschr. v. Entom. 1874) pag. 31, n. 24, tav. 11, fig. 9.

Un esemplare, femmina, fu raccolto sulle sponde del Magnarra.

Determino questa specie essenzialmente dietro il controllo con un esemplare tipico del Congo, rilevato dal chiaro autore che la pubblicava; poiché non comprendendo io la lingua olandese che per quel poco che é possibile a chi conosce la tedesca, non posso servirmi che malamente della diagnosi data dal Dott. Ritsema: non possedendo d'altronde, né avendo mai conosciute in natura le affini *M. combusta* Smith., *caelocera* Smith. e *bombiformis* Gerst. non potrei fare io stesso la ricerca dei caratteri differenziali. Il fondamentale fra questi, secondo la diagnosi del Ritsema, mi pare che consista nella colorazione delle ali (1). L' esemplare del Mozambico é

(1) Se così è veramente mi pare assai probabile che la *M. nigrocincta* non sia altro che una varietà della *M. bombiformis* Gerst. L'esemplare del Dott. Fornasini verrebbe anzi ad appoggiare questa ipotesi, poichè col suo primo segmento rivestito solo per metà di peli neri, costituirebbe un anello di congiunzione fra le due forme.

assolutamente identico al mio; medesima statura, colore, punteggiatura, forma del clipeo, delle mandibole, delle antenne e delle gambe, e colorazione delle ali; differisce unicamente per avere i peli della metà posteriore del primo segmento dorsale dell'addome di color fulvo-ferruginoso, come la restante parte dell'addome; negli esemplari tipici del Dott. Ritsema invece sul primo segmento essi sono tutti neri; ma gli esempi di consimili variazioni sono troppo comuni in altre specie perchè si possa attribuire loro importanza specifica.

Megachile felina Gerst.??

Megachile felina — Gerst. Peters Reise nach Mossamb. Part. V. Insect., pag. 454, tav. XXIX, fig. 9. ♀

Due esemplari di Inhambane.

Il pessimo stato di questi due esemplari (uno dei quali è affatto sprovvisto di peli) non mi permette di giudicare se sia esatta la mia determinazione, che do quindi solo dubitativamente. Tanto più che alcuni caratteri dei detti esemplari non concordano con la descrizione data dal Dottor Gerstaecker della sua specie. Egli dice ad esempio pel colore dell'addome — deutlich blau metallisch schimmert — ora in questi esemplari il colore del derma addominale è nero-azzurrognolo cupo, punto metallico ne brillante. Dice inoltre che la scopa ventrale è di color rosso (volpino), negli esemplari del Fornasini essa invece sarebbe grigio-bruno-rossiccia. Così ancora non è visibile negli esemplari che ho sott'occhio la macchia trasversale bruno-nera laterale del primo segmento. È vero bensì che quest'ultimo carattere potrebbe essere scomparso per attrito, e gli altri due possono stare nei limiti della variabilità specifica, ma pur tuttavia, per accertare l'esattezza della determinazione nelle condizioni dei miei esemplari, sarebbe indispensabile il fare un controllo diretto su qualche esemplare tipico in buono stato, ciò che non mi è concesso mancando tale specie nella mia collezione.

Megachile gratiosa Gerst.

Megachile gratiosa — Gerst. Peters Reise nach Mossamb. Part. V. Insect., pag. 459, tav. XXIX, fig. 15. ♀

Un esemplare, (♀) senza alcuna indicazione speciale di località, rappresenta assai probabilmente una varietà di questa specie del Dott. Gerstaecker: specie che io non posseggo nè conosco in natura. L'esemplare

che ho sott' occhio differisce dalle indicazioni della diagnosi per la statura alquanto minore (7 millimetri circa invece di 8); per il colore alquanto grigiastro dei peli (ciò che potrebbe esser dovuto al cattivo stato dell' esemplare); per la mancanza di riflessi azzurri sull' addome (che potrebbe forse dipendere dalla medesima ragione, che la differenza precedente); ed infine, e sopratutto, dal colore dei piedi che è ferruginoso (molto scuro) anzichè color della pece.

L' epipigio è tutto coperto da peli rosso-bruno molto scuri, non troppo fitti, e di mediocre lunghezza.

Uno studio accurato su numerosi materiali dimostrerà forse che questa come altre specie asiatiche od africane non sono che modificazioni di specie europee.

Nomia amoenula Gerst.

Nomia amoenula — Gerstaeck. v. d. Deckens Reise in Ost-Africa. Hymen. pag. 321, n. 10, tav. XIII, fig. 11. ♂

Un esemplare maschio raccolto sulle sponde del Magnarra.

L' unico esemplare raccolto dal Fornasini differisce dal tipo per la colorazione dell' addome interamente di un ferruginoso-testaceo più o meno chiaro senza alcuna traccia di macchie nere.

Dal Decken soltanto questa specie venne raccolta prima d' ora, a Mombas (Zanzibar); è quindi assai rara, e propria solo del littorale orientale dell'Africa tropicale.

Belonogaster rufipennis? De Geer.

Sphex rufipennis . . . — De Geer. Mem. pour serv. a l' Hist. des Ins. v. VII, pag. 611, tav. XLV, fig. 10 (*Test. Auct.*).

Raphigaster rufipennis — Sauss. Monogr. des Guèp. Soc. pag. 15, n. 2, tav. II, fig. 6.

Un esemplare, femmina, dalle sponde del Magnarra.

Applico dubitativamente il nome a questa specie, perchè è questo un genere relativamente al quale regna oggidì una grandissima confusione nella parte sistematica. Attualmente si ammettono (a mia conoscenza) una decina di specie (1), ma all' infuori di alcune poche (2) dalle descrizioni sarebbe impossibile poterle distinguere con esattezza.

---

(1) *B. junceus* Fab. — *rufipennis* De Geer. — *griseus* Fab. — *madecassus* Sauss. — *filiventris* Sauss. — *Guerini* Sauss. — *indicus* Sauss. — *macilentus* — Fabr. — *Menelikii* Grib. — *brevipetiolatus* Sauss. — *lateritius* Gerst. — *elegans* Gerst.

(2) *B. Guerini* grande statura e corpo massiccio — *madecassus* terza cubitale più larga che alta — *filiventris* terza cubitale molto piccola, quarta invece grandissima — *brevipetiolatus* pezziuolo relativamente brevissimo. — Fors' anche il *Menelikii* per la robustezza, relativa, del corpo, e per la levigatezza del pezziuolo.

Le distinzioni basate essenzialmente sulla colorazione sia del corpo che delle ali non hanno alcuna importanza, essendo questa variabilissima, come si può verificare in serie di esemplari appartenenti evidentemente ad una sola medesima forma. I caratteri plastici (fra i quali a giudicare dalla mia collezione primeggerebbero quelli della conformazione e proporzione del pezziuolo addominale, e della diversa robustezza del corpo) sono poi quasi del tutto dimenticati.

Ne nasce da ciò una grande confusione e la quasi impossibilità di determinare soddisfacentemente le specie di questo gruppo. È sentito il bisogno di uno studio speciale al riguardo, basato sull'esame sia dei tipi autentici degli autori, sia di grosse serie di esemplari.

Senza pretendere di sentenziare al riguardo, parmi che alcune specie siano da sopprimersi, e che all'infuori di quelle indicata nella postilla (2) si debbano ridurre ai soli *junceus, griseus, rufipennis,* e fors' anche ancora ai due soli primi.

L' esemplare del Mozambico è di media statura, pezziuolo assai fine ed allungato, il torace e la testa mediocri, e l' addome abbastanza robusto; testa torace, antenne e gambe, il pezziuolo ed il secondo segmento addominale sono di color rosso-ferruginoso, un po' più scuro talvolta in taluna parte; ali ferruginose coll' estremità un po' più scura, brunastra; la parte ventrale del pezziuolo (alquanto carenata) è abbastanza fortemente striata in traverso.

Icaria ambigua n. sp.

I. capensi. Sauss. *valde similis dignoscitur petiolo abdominis haud abnormiter brevi. Parva, subgracilis, rufo-ferruginea, clypei margine apicali late, mandibulis* (*intus et extus*), *oculorum orbitis internis infra sinum, prothoracis margine antico* (*tenuissime*), *abdominisque segmento secundo apice flavo limbatis; coxis duabus anticis antice flavis; segmento abdominis tertio et sequentibus apice indeterminate testaceis; alis hyalinis, immaculatis, nervis testaceis; corpore toto griseo-pruinoso; capite, thoraceque tenuiter sat regulariter confertissime punctulato-granosis, abdomine sparsius sed nonnihil crassius punctato; capite mediocri, thorace aliquantulum latiore, clypeo apice sat acute angulato; antennis brevissimis, crassiusculis, subclavatis; thorace subelongato* (*latitudine duplo longiore*), *compressiusculo, cylindro-conico, antice recte truncato, postice attenuato declivi; scutello nonnihil tumidiusculo medio longitudinaliter obsolete sulculato; postscutello declivi; metathorace declivi, brevi, medio late et profunde verticaliter sulcato; abdominis petiolo mediocri, basi lineari, postice globoso-elevato; segmento secundo comparate elongatissimo* (*fere duplo longiore quam latiore*), *basi haemispherico, po-*

stea cylindrico, apice verticaliter truncato, margine bilaminulato; reliqua parte abdominis conica; alis parvis. ♀ *vel* ☿ ?
Long. corp. mill. 8.

Un solo esemplare raccolto sulle sponde del fiume Magnarra.

Al gruppo già così intricato delle *Icaria cincta* Lep. *guttatipennis* Sauss. *clavata* Sauss. *capensis* Sauss. si viene ora ad aggiungere una nuova forma, la quale mentre, a mio parere almeno, non puó convenientemente riunirsi alle specie ora ricordate giusta i caratteri indicati dalle rispettive diagnosi, per altra parte presenta con esse tante affinità da giustificare una forte ripugnanza alla sua separazione. Il dubbio é tanto più legittimo che dalle descrizioni risulta una concatenazione di caratteri fra quelle diverse specie, ma in pari tempo si lamentano molte lacune riguardo ai caratteri stessi nelle singole descrizioni; solo coll' esame comparativo diretto dei tipi si potrebbe giungere ad una soluzione sicura del problema. È da augurarsi che ogni autore di monografie entomologiche adotti maggior uniformità di metodo nelle sue diagnosi, indicando per ciascuna specie la natura di tutti i singoli caratteri, poiché spesso quelli trascurati son quelli appunto che valgono a differenziare le specie non ancora note da quelle già descritte. Se si hanno sott' occhio le diverse forme (anche senza che occorrano i tipi originali) é ancora spesso possibile di sbrogliare la matassa, ma é molto raro il caso che ció avvenga anche per le raccolte più importanti e complete. Ad esempio nella presente fattispecie io non tengo che l' *Icaria cincta* (1), e forse la *I. capensis* (2).

L' *Icaria ambigua* differisce certamente dalla *cincta* per la notevole maggior brevità, e nello stesso tempo maggior robustezza delle sue antenne; per la mancanza del tubercolo mediano, e susseguente carena longitudinale sullo scudetto, tubercolo e carena sostituiti da una scanalatura: per la lunghezza notevolmente maggiore del secondo segmento addominale, che é ad un tempo proporzionatamente più stretto.

L' *ambigua* differisce dalla *capensis* sopratutto per la lunghezza quasi normale del pezziuolo addominale, del quale invece una lunghezza ridottissima costituisce il carattere principale della *capensis:* anche le antenne sono più brevi e più massiccie nell' *ambigua*, quantunque quelle della *capensis* (3) siano di già più brevi, più grosse e più clavate che nella *cincta:*

---

(1) Della quale ho fra gli altri, gli esemplari tipici del De Saussure trovati nella collezione Guerin Meneville.

(2) Dubito, senza però esserne del tutto sicuro, che si debbano attribuire a questa specie due esemplari, che ho ricevuto dalla Baia d' Algoa.

(3) Od almeno dagli esemplari che io ritengo appartenere alla *capensis*.

ed infine ancora distingue l' *ambigua* la forma allungatissima del secondo segmento addominale.

L' *ambigua* differirebbe dalla *guttatipennis* per la lunghezza proporzionalmente maggiore del torace, per la mancanza delle due carene del metatorace, per la maggior sottigliezza della base del pezziuolo addominale, e pel taglio verticale, non obliquo, dell' estremità posteriore del secondo segmento; probabilmente anche per un maggior allungamento di questo segmento; ed infine per la contraria disposizione della punteggiatura (1).

Differisce poi infine dalla *clavata* per le stesse ragioni che dalla *cincta*, a cui la *clavata* sarebbe molto affine.

Non parlo poi delle differenze di colorazione fra l' *ambigua* e le altre specie; queste differenze sono sopratutto notevoli fra l' *ambigua* e la *clavata*.

Polistes marginalis Fabr.

Vespa marginalis . — Fabr. System. Ent. pag. 367, n. 24.
Polistes marginalis — Sauss. Monogr. des Guep. Soc. pag. 62, n. 20, tav. VI, fig. 2.
» plebeia. . — Gerst. v. d. Decken's Reise in Ost-Afr. Hymen. pag 325, n. 20.
» marginalis — Grib. Imenott. di Scioa (Ann. d. Mus. Civic. di Genova. Seria 2ª, v. I, 1884), pag. 286, n. 17.

Due esemplari di questa proteiforme specie, raccolti sulle sponde del fiume Magnarra, presentano nel colorito una ben spiccata diversità dal tipo. Tutto il corpo è in essi di color rosso-testaceo, le macchie o fascie gialle sono assai ridotte sia per numuro che per dimensione: in particolare è da notarsi che in essi sono quasi del tutto mancanti le due macchie della piastra verticale posteriore del metatorace. Uno di quelli esemplari ha le ali chiarissime, e quasi sprovviste della macchia fuliginosa apicale.

Specie comunissima nell' Africa australe (Capo B. Speranza), trovasi pur frequentemente in quella boreale; venne già raccolta infatti (oltre che al Zanzibar) a Sierra Leona, ed in Abissinia.

Io non la ricevetti che dal Capo B. Speranza, Baia d' Algoa, ed Abissinia.

Odynerus macrocephalus n. sp.

Parvus, robustus, obscure rufo-ferrugineus mandibularum basi, clypeo, macula supra clypeum infra antennas, oculorum orbita (supra interrupta) tenuissima, antennis, prothoracis margine collari tenuissimo, postscutelli

---

(1) Questa nella *guttatipennis* sarebbe più fina sulla testa e sul torace che nell' addome: l' inverso si verifica nell' *ambigua*.

lineola basali transversa, pedibus, (praesertim duobus anticis), abdominis ventre, segmentisque tribus ultimis (basi praesertim) rufo-testaceis sublutescentibus; abdominis segmentis tribus primis flavo (subochraceo) marginatis: alis nonnihil infuscatis, capite et thorace confertim uniformiter punctulato-granosis: abdominis segmentis primis non nisi pertenuissime punctulatis, ultimis sat crasse et confertim oblique irregulariter punctatis: capite magno, crasso, inflato, subcubico thorace latiore; clypeo subtriangulari, subbrevi (conspicue latiori quam alto), apice breviter truncato utrinque tuberculo subdentiformi minuto instructo: mandibulis dentibus quatuor conspicuis robustis armatis; antennis infra medium faciei insertis; thorace cylindrico, latitudine fere duplo longiore, antice verticaliter recte truncato non nisi obsoletissime marginulato, postice oblique truncato rotundato, area obliqua parum excavata, subnitida, marginibus rotundatis; scutello et poscutello deplanatis haud elevatis; postscutello trigono, postice declivi: abdomine ovato-conico: segmento primo cupuliformi vel haemisphaerico, brevi (fere duplo lato quam longo), secundi nonnihil angustiore: segmento secundo latitudine sesquilongiore; segmenti secundi et tertii margine summo depresso nitido, ante marginem serie punctorum crassorum subregulari. ♀

Long. corp. mill. 8.

Un solo esemplare, femmina, raccolto sulle sponde del fiume Magnarra.

Se per causa delle antenne e delle mandibole del maschio (tuttora ignoto) questa specie non sarà obbligata ad entrare nel sottogenere *Epipona*, allora essa può prender posto sia nella Divisione V (*Antodynerus*) sia in quella VI (*Antiepipona*) stabilita dal De Saussure nel sottogenere *Odynerus proprie dictus:* essa é molto affine per forma e colorito agli *O. multicolor* Sauss. *mutans* Sauss. *combustus* Smith. etc.: ma da tutti si distingue subito per la grossezza eccezionale della testa: molti altri caratteri contribuiscono poi a legittimare il suo distacco in specie propria.

La testa ha un grande spessore, di forma cubica arrotondata peró alquanto su tutte le faccie e gli spigoli, ad eccezione della parte che si applica contro al torace, la quale é piatta e circondata da spigoli abbastanza vivi. Le mandibole sono fortemente quadridentate. Il clipeo é assai più largo che alto, ha figura di triangolo, con la base (curva) contro le antenne, e col vertice in basso, troncato; la troncatura porta ai due lati due piccoli tubercoli. Le antenne sono inserite molto in basso (1).

---

(1) Il De Saussure nella sua Monografia delle Vespidi Solitarie mette (pag. 208-209) il suo *O. multicolor* in un gruppo nel quale le antenne sono attaccate sopra il mezzo della testa (faccia ?) ora io possedendo l' esemplare tipico che gli ha servito per la sua diagnosi (già appartenente

Il torace é molto aderente alla testa, ma poco all' addome. I due scudetti sono affatto piatti e non aggettano punto sulla circostante superficie del torace: lo scudetto é rettangolare, molto più largo che lungo: il postscudetto é invece triangolare ma esso pure assai più largo che lungo; la sua metà posteriore fa parte già della superficie alquanto declive che limita posteriormente il torace; il contorno di questa superficie (che nel mezzo é alquanto concava) é arrotondata, non già a spigolo vivo.

L' addome é di figura ovale terminante in un cono. Il primo segmento é emisferico, e quindi sul suo diametro maggiore (cioé al margine posteriore) é largo circa il doppio della sua lunghezza. Il secondo segmento é largo alquanto più del primo, lungo quasi una volta e mezza il suo diametro maggiore, che trovasi nella metà circa del segmento stesso. Tanto questo segmento quanto il successivo hanno il margine posteriore sdoppiato, cioé questi segmenti hanno l' apparenza di essere costituiti da due lamine sovrapposte delle quali l' inferiore sopravanza la superiore: nella linea di congiunzione fra le due lamine si nota una serie quasi regolare di grossi punti. Nessun altro carattere degno di nota si osserva sull' addome.

La punteggiatura di questa specie presentasi uniforme, assai fitta, ed abbastanza grossa e profonda, quasi granulosa sulla testa e sul torace (eccettuata la cavità del metatorace, che é quasi affatto priva di punti). Sull' addome invece la punteggiatura é estremamente fina (visibile solo con forti ingrandimenti) sui primi segmenti (che peró non sono lucidi per ció), assai grossa irregolare ed obliqua sugli ultimi.

Questo insetto é di un color rosso ruggine scuro uniforme, con varii ornamenti (Vedi la diagnosi) di un rosso assai più chiaro, e più giallognolo: i tre primi segmenti addominali poi sono orlati di color giallo.

Eumenes tinctor Christ.

Vespa tinctor . . — Christ. Hymen. 341, tav. 31, fig. 1.
Eumenes Savignyi — Guer. Icon. du Règne Anim. 446, tav. 72, fig. 4.
» tinctor . — Sauss. Monogr. des Guèp. Solit. pag. 49, n. 30.

Un esemplare di Inhambane.

Specie sparsa forse per tutta l' Africa, ad eccezione del suo littorale mediterraneo, peró già trovata in Egitto: essa é infatti stupendamente figu-

---

alla Collezione Guerin-Meneville) ho osservato come per questa specie tale indicazione sia contraria al vero: le antenne sono attaccate al disotto della metà della faccia, a maggior ragione quindi della metà della testa.

rata nelle tavole del SAVIGNY. Io la ricevetti dall' Abissinia, Zanzibar, Baia d'Algoa, Porto Natal, Congo, e Madagascar.

Philanthus triangulum FABR.

Var. **diadema** FABR.

Vespa triangulum . . — FABR. Syst. Entom. pag. 373, n. 49. ♀
Crabro androgynus . . — ROSSI. Faun. Etrus. Mant. v. I, pag. 138, n. 305. ♀
Philanthus pictus. . . — PANZ. Faun. German. fas. 43, n. 23. ♂
» discolor . . — » » » fas. 63, n. 18. ♂ var.
» apivorus . . — LATR. Gen. Crust. et Ins. v. IV, n. 95.
» » . . — SPIN. Ins. Lig. v. I, n. 95.
» triangulum . — FABR. Entom. System. v. II, pag. 289, n. 2.
» » . — DAHLB. Hymen. Europ. v. I, pag. 187, n. 115.
» » . — LEP. Hist. Nat. des Ins. Hymen. v. III, pag. 34, n. 2.
» diadema . . — FABR. Entom. System. v. II, pag. 289, n. 3.
» Abdelkader . — LEP. Hist. Nat. des Ins. Hymen. v. III, pag. 33, n. 1.
» » — LUCAS. Explor. Scient. d'Alger. v. III, pag. 257, tav. 13, fig. 7.

Sponde del Magnarra, un esemplare.

Questa è una specie la cui area di diffusione si estende a pressochè tutto il così detto mondo antico: essa infatti trovasi in tutti i paesi d'Europa (eccezion fatta solamente per quelli compresi nel circolo polare); nella maggior parte dell' Asia occidentale, e meridionale, e finalmente in quasi tutta l' Africa. La sua colorazione varia moltissimo da una località all' altra presentando in proporzioni diverse le due tinte fondamentali, nero e giallo: di regola nei paesi più caldi predomina (specialmente sull' addome) la tinta gialla, nei temperati o freddi il nero. Alcune leggiere variazioni si incontrano anche nella punteggiatura. Singolarmente fitta si presenta quella dell' addome nell' esemplare raccolto dal signor FORNASINI.

Tali variazioni sono causa dei numerosi nomi che furono dati a questa specie: una numerosissima serie di esemplari che io posseggo provenienti da diversissimi paesi presenta tutti i passaggi fra le forme più lontane, onde io sono certo sulla legittimità della mia riunione.

Cerceris Emeryana n. sp.

Sat parva, subopaca, capite, antennis, abdomineque laete rufo-aurantiacis, thorace nigro, pedibus flavis: capitis vertice et fronte late nigris; fronte linea verticali mediana supra antennas, vertice lineis duabus obliquis flavis pone stemmata ornatis: antennarum scapo, pronoti fascia marginali, alarum tegulis, maculis duabus lateralibus scutelli, postscutello, linea verticali

in propleuris, macula maxima obliqua in mesopleuris et maculis duabus maximis lateralibus ovatis in metathorace flavis: segmentis abdominalibus omnibus margine subtiliter flavo-fasciatis: segmento quinto nigro: alis hyalinis, summo apice fumatis. Capite magno, subcubico sat confertim et sat crasse punctato: clypeo medio arcuatim tumidulo, margine apicali convexo arcuato, integro: thorace sat confertim sed parum crasse punctato: area trigona postscutellari laevi sed opaca, medio longitudinaliter sulcata: abdomine crasse sed parum dense punctato, subpetiolato: segmento primo parvo, trapezino, nonnihil latiore quam longiore: segmentis sequentibus basi valde constrictis; epipygii carinis parum arcuatis parallelis: apice denticulis minutis, aequalibus, quatuor armato. ♀

Long. corp. mill. 10.

Un solo esemplare raccolto nelle vicinanze del fiume Magnarra.

In questa specie noi troviamo la testa proporzionalmente più grossa, ed il torace più stretto di quanto si verifichi in generale nelle altre specie di questo genere: la testa infatti, molto voluminosa massiccia è larga almeno una volta e mezza e forse più del torace misurato nel suo diametro maggiore, cioè fra le ali: questa massima larghezza del torace è molto d' altronde se raggiunge la maggior larghezza dell' addome (che si verifica nel terzo segmento): questo poi è lungo quanto la testa ed il torace misurati assieme.

Il clipeo di questa specie presenta una piccola ma sensibile rigonfiatura nel mezzo alla base che si direbbe quasi come un principio di prominenza nasale analoga a quella della *C. cornigera:* però invece di una vera lamina qui non si ha che un cercine arcuato, che circonda (dal di sopra) un piano fortemente inclinato che va a finire nel margine anteriore del clipeo.

Hoplisus Emeryi n. sp.

Parvus sed sat robustus, nigrofuscus, griseo pruinosus (praesertim in abdomine), antennis, callis humeralibus, alarum tegulis, pedibus, abdominis segmentis primo, sexto et septimo ubique, segmento quinto maxima parte apicali, segmentisque secundo, tertio et quarto margine utrinque rufo-ferrugineis; mandibulis, clypeo, oculorum orbitis facialibus dimidio infero, antennarum scapo antice, fascia collari dorsali, tibiis quatuor anticis antice duabusque posticis intus, tarsis, segmentorum abdominalium 1-4 margine apicali flavo-sulphureis; antennarum flagello apice fusco-ferrugineo; tarsis duobus posticis dimidio apicali nigro-fuscis; abdominis segmento primo medio longitudinaliter indeterminate nigro maculato: abdominis fasciis marginalibus flavis

1.ª, 3.ª et 4.ª utrinque attenuatis, 2.ª utrinque aucta: alis pure hyalinis, macula fusca (cellulas radialem totam, cubitalemque secundam dimidio occupante) ornatis; capite thoraceque sat validis, abdomine, comparate, graciliori: capite confertim subtenuiter irregulariter punctulato subcoriaceo; thoracis dorso modice dense sed sat crasse irregulariter punctato subcoriaceo; pleuris modice irregulariter punctatis; metathorace confertim crasse regulariter punctato subreticulato; metanoti area cordiformi longitudinaliter sat crasse sed irregulariter striata; abdominis segmentis primo nitido, sequentibus opacis, sparsim omnibus punctulatis (margine apicali confertius, crassiusque); antennarum scapo tumidiusculo; flagello brevi, robusto, articulis 3-7 brevibus (praesertim 4.º, 5.º, 6.º, 7.º) ultimo sat longo; articulis 3-7 postice tumidiusculis, 7-10 postice impressis: abdominis segmento primo subpetioliformi, nonnihil compressiusculo; segmento secundo tumido, basi conico, apice subhaemispherico; segmento sexto acute conico; pygidio brevi, minuto; alis, comparate, subbrevibus, ♂.

Long. corp. mill. 8.

Un solo esemplare dalle sponde del fiume Magnarra.

Questa specie si avvicina moltissimo al mio *Hoplisoides intricans* (1); dal quale però oltre che per la conformazione ancora annuliforme (non pigidiforme) sebbene fortemente conica del sesto segmento, per la visibilità del pigidio (il quale inoltre è corneo, non già membranoso) e per varii dettagli di colorazione, differisce anche per la conformazione delle antenne, delle quali gli articoli del funicolo sono tutti più lunghi che larghi, od almeno tanto lunghi quanto larghi nell' *H. intricans*, ed invece sono moltissimo più larghi che lunghi (in taluni la larghezza è circa tripla della lunghezza) quelli compresi, fra il 2.° e l' 8.° nell' *H. Emeryi;* gli ultimi tre articoli di questa specie (dall' 8.° al 10.°) hanno le due dimensioni uguali, e l' 11.° poi è assai più lungo che largo; differiscono pure le antenne nella conformazione delle loro faccie posteriori, come scorgesi nelle diagnosi; differiscono inoltre ancora le due specie in questione per la punteggiatura del corpo che è assai più grossa, fitta e profonda nell' *intricans* specialmente sugli ultimi segmenti addominali.

L' *Hoplisus Emeryi* costituisce una vera transizione tra la forma tipica degli *Hoplisus* e quella che io ho separata col nome di *Hoplisoides:* poichè in esso il pigidio è molto piccolo, poco apparente al di fuori ma pur sempre corneo: ed inoltre il segmento antecedente ha già forma molto

(1) Gribodo. — Diagnosi di nuove specie di Imenotteri scavatori (*Bollettino della Soc. Ent. Italiana,* v. XVI, pag. 2).

vicina alla triangolare; esso cioè si presenta sotto forma di un anello a cono tronco, tagliato assai vicino al vertice, mentre invece nell'*Hoplisoides* questo sesto segmento costituisce un cono non tronco, secondo la forma normale dei pigidii. Ha quindi fatto nascere in me il dubbio se non era forse da consigliarsi le riunione dell' *Hoplisoides intricans* al genere stipite: ma ho credulo conveniente di soprassedere ancora a prendere tale decisione perchè in sostanza il carattere principale che diede l' origine alla separazione, benchè di sola apparenza, è cosi notevole, e facilmente, che può giustificare la separazione stessa malgrado che alcune specie lo presentino attenuato.

Non è però da trascurarsi la configurazione speciale che presentano le antenne in entrambe queste due specie: esse cioè sono assai brevi, robuste, alquanto rigonfie verso l'apice, con gli articoli lunghi al più quanto il loro diametro trasversale, e spesso brevissimi.

Avendo ricevuto da Port Elizabet (cioè dalla medesima località donde proveniva l' *Hoplisoides intricans*) tre femmine le quali senza alcun dubbio appartengono a questa specie, credo utile di profittare di questa occasione per darne la descrizione.

Hoplisoides intricans Grib.

♀ (*hactenus indescripta*) *mari simillima tantum differt corpore nonnihil crassius et confertius punctato, minus sericeo, magis nitido; antennarum scapo cylindrico non nisi lenissime tumidiusculo; articulis flagelli terminalibus haud impressis; epipygio apice deplanato utrinque carinulato; carinulis arcuato-fractis, supra non confluentibus: clypeo ferrugineo.*

Var. Colore rufo corporis obscuriore, fere nigro: interdum fasciis abdominis 3.ª, 4.ª, 5.ª utrinque attenuatis, evanescentibus.

Long. corp. mill. 9-10.

Bembex melanosoma n. sp.

Medius vel submagnus, nonnihil, comparate, gracilis, niger omnino sat dense griseo villosulo, pilis brevibus, clypeo argenteo tomentoso; clypeo labroque obscurissime rufo-ferrugineis, labro utrinque et apice tenuissime luteo marginato; mandibulis medio lividis; antennarum articulis quatuor ultimis intus (*in excavatione*) *luteo-testaceis; oculorum orbitis postice tenuiter luteis; thorace omnino nigro, immaculato* (*tantum alarum tegulis antice obsolete*

luteo punctatis): coxis, trochanteribusque nigris, femoribus duobus anticis duobusque posticis nigro-fuscis, supra longitudinaliter luteo lineatis; femoribus intermediis luteis, postice supra nigro-fuscis, infra fusco bilineatis; tibiis duabus anticis fuscis, antice late, extus ad basim tenuiter luteo lineatis; tibiis quatuor posticis luteis extus tenuiter, et postice latius fusco lineatis; tarsis luteis, infra plus minus fusco pictis; abdomine nigro obsolete iridescenti; segmento dorsali primo medio flavo fasciato, fascia medio attenuatissima et latissime interrupta (idest loco fasciae duabus maculis lateralibus triangularibus); segmento secundo medio flavo fasciato, fascia postice biarcuata (medio nonnihil angulatim emarginata), antice duabus maculis connexis, ellipticis, obliquis, medio confluentibus in basin nigram segmenti (hinc fasciam antice profundissime subuniformiter erosam): segmento tertio ut secundus picto sed maculis nigris ellipticis minus obliquis et magis in basim confluentibus, hinc fasciam flavam antice latius emarginatam; segmentis quarto quintoque medio flavo fasciatis, fascia biarcuata, medio tenuiter interrupta, utrinque nonnihil aucta; segmento sexto utrinque flavo bipunctato; epipygio nigro immaculato; ventre nigro immaculato; tarsorum anticorum articulo primo nonnihil (sed perpauce) incrassato, prismatico-trigono; abdominis segmento ventrali secundo medio longitudinaliter carinato, carina tenui sed sat elevata, postice in dentem brevissimum sed acutum desinente; segmento ventrali sexto medio postice carinato-subtuberculato-cuspidato; ipopygio medio carinato; alis pure hyalinis, brevibus. ♂

Long. corp. mill. 18.

Un solo esemplare dalle sponde del fiume Magnarra.

La colorazione specialissima del corpo, la brevità delle ali, e la conformazione delle armature ventrali fanno facilmente e sicuramente distinguere questa specie.

Larra obscura Magr.

Larrada obscura — Magretti. Risultat. di Racc. Imen. nell' Africa Oc., pag. 65 (585), n. 113, tav. 1. fig. 13.

Un solo esemplare, maschio, di località indeterminata.

Corrisponde questo esemplare interamente ad un altro tipico, dell'Abissinia, che io posseggo in grazia dell' amicizia del chiaro collega; ne differisce solo per una statura alquanto minore (8 millimetri invece di 9); per le ali meno giallognole, più grigiastre; e per la mancanza della squam-

mosità argentina cangiante sui segmenti 4.°, 5.° e 6.° ciò che potrebbe forse attribuirsi a cattiva conservazione dell' esemplare.

La femmina di questa specie, il cui *habitat* si allarga ora notevolmente, è tuttora sconosciuta.

Liris Atropos n. sp.

Magna, robusta, nigerrima opaca, mandibulis, antennarum scapo antice, flagelli articulis tribus primis, tarsisque omnibus obscure rufo-ferrugineis; facie argenteo tomentosa; metathorace fusco puberulo; abdominis segmentis quatuor primis argenteo (vel potius cinereo) parce pruinosis (1); *clypeo medio verticaliter carinato, margine summo sat acute sed tenuiter trituberculato; metanoto supra tenuiter subirregulariter transversim-oblique ruguloso, postice (in area verticali) arcuatim crassius rugoso; metapleuris quoque tenuiter rugulosis; metathorace supra medio longitudinaliter canaliculato; area epipygiali obscure rufo squamosa; segmento abdominis ventrali secundo utrinque ad basim deplanato-compresso, hinc subpyramidali; alis obscure fuscis, violaceo nitentibus, apice nonnihil clarioribus.* ♀

Long. corp. mill. 21.

Un esemplare femmina, dalle sponde del Magnarra.

È questa una grossa e robusta specie di color nero uniforme, con pochi riflessi argentini visibili a seconda della incidenza della luce e la posizione dell' osservatore; forse in esemplari più freschi questa specie sarà più riccamente coperta di peli, e di squammette.

La statura, la conformazione del clipeo, la scultura del metatorace ed infine la colorazione distinguono nettamente questa specie non solo da quelle conosciute del genere *Liris* (di cui questa specie presenta tutti i caratteri) ma ancora da quelle degli affini generi *Larra* e *Notogonia*.

Ammophila ferrugineipes Lep.

Ammophila ferrugineipes — Lep. Hist. Nat. des Ins. Hymen. v. III, pag. 383, n. 24.
» » — Gerst. Peters Reise nach Mossamb. part. V, Insect., pag. 481.

Imhambane.

Le due femmine raccolte dal Cav. Fornasini sono di grande statura

(1) *Pubescentia tenuissima et illudente. Forte in exemplaribus recentioribus corpore magis vestito.*

(22-24 millimetri), e presentano una colorazione assai più scura di quella del tipo; in esse il torace (eccezion fatta pel protorace) e tutto l' addome sono di un uniforme color nero; anche le ali sono assai più oscure.

Specie appartenente piuttosto all'Africa Australe; venne già raccolta in abbondanza a quanto pare al Natal ed al Capo; trovasi pur anco però a Sierra Leona, ed al Senegal; il compianto Marchese ANTINORI ne raccoglieva pure un esemplare nello Scioa. Il PETERS infine la portava da Tette e da Inhambane.

Psammophila Madeirae DAHLB.

Psammophila Madeirae . — DAHLB. Hymen. Europ. v. I, pag. 21.
» senilis . . — DAHLB. Hymen. Europ. v. I, pag. 21.
» canescens? — DAHLB. Hymen. Europ. v. I, pag. 21.
Ammophila argentea?. . — BRULLÈ. Hist. Nat. des Iles. Canar. v. III, pag. 65.
» argentata . . — LEP. Hist. Nat. des Ins. Hymen. v. III, pag. 366, n. 3.
» Klugii . . . — LEP. Hist. Nat. des Ins. Hymen. v. III, pag. 367, n. 5.
» capensis . . — LEP. Hist. Nat. des Ins. Hymen. v. III, pag. 768, n. 7.
Psammophila capucina . — COSTA. Faun. Napol. Sphec. pag. 15, n. 3, tav. II, fig. 4.
» » — COSTA. Prosp. d. Imen. Ital. fasc. 1.°, pag. 17, n. 3.

Due esemplari, uno maschio ed una femmina delle rive del fiume Magnarra.

L' area di diffusione di questa specie, abbastanza comune, va crescendo ogni giorno più, e finirà senza dubbio, per comprendere tutta la regione circummediterranea, e la regione etiopica. Io per parte mia la posseggo, autenticamente, dalla Francia meridionale (Marsiglia), dall'Algeria, Tunisia, I. di Madera, Senegal e Capo di Buona Speranza. Si troverebbe inoltre nel Napoletano (COSTA), Coste del Mar Rosso (MAGRETTI).

Alle diverse indicazioni date relativamente a questa specie dai varii autori è bene aggiungere che il pezziuolo propriamente detto (cioè la prima parte del primo segmento) è lungo quanto la somma delle lunghezze delle anche (coxae) e dei trocanteri posteriori. Che inoltre l'addome (ed in generale anzi tutto il corpo, specialmente nei maschi) è relativamente magro e sottile. Che lo scudetto è irregolarmente rugoso-punteggiato in senso longitudinale. E che infine il clipeo si protende abbastanza notevolmente sulla bocca per mezzo di una lamina di forma quasi rettangolare.

Gli esemplari variano molto di grandezza, come pure di colorazione per l'addome. La femmina del Mozambico è di statura e colorazione media. Invece il maschio che l' accompagna è di notevole statura, e col dorso dell' addome quasi interamente nero; sono su questo dorso rosse soltanto le basi del secondo e terzo segmento.

Pelopoeus spirifex Linn.

Sphex spirifex . . — Linn. System. Nat. v. II, pag. 942, n. 2.
Pelopoeus spirifex — Latr. Gen. Crust. et Ins. v. IV, pag. 60.
» » — Auctores Omnes.

Sponde del Magnarra: un esemplare femmina.

È questa una fra le specie che hanno un' area di diffusione più estesa; essa abita tutta l' Europa centrale e meridionale, buona parte dell' Asia, ed in Africa abbondantissima nella regione nordica (quella inchiusa nella regione paleartica), si estende poi fino al Capo di Buona Speranza; nei paesi circostanti al Mediterraneo essa é comunissima ovunque.

Sphex Magrettii n. sp. ?

S. metallicae Taschenb. (1) *et* S. Taschenbergi Magr. (2) *affinissima quidem et simillima, et forte tantum earum varietas intermedia: thorace toto nigro-villoso et corpore minus argenteo-pruinoso ab una, facie dense argenteovillosa ab altera dignoscitur.* ♀
Long. corp. mill. 27-29.

Il Cav. Fornasini raccoglieva due esemplari, femmine, di questa forma ad Inhambane; un terzo esemplare, pur femmina, trovasi nella mia collezione, proveniente dall' Isola di Zanzibar.

La presenza nella mia collezione di due femmine (provenienti dalla Siria) che senza alcun dubbio si riferiscono alla bella *S. metallica* del Taschenberg, come pure di una femmina tipica della *S. Taschenbergi* che io debbo alla generosa amicizia dell' ottimo Dott. Magretti, ha agevolato lo studio dei tre esemplari che ho designato col nome di *S. Magrettii*, studio che senza di ció sarebbe riuscito intricatissimo, come sempre avviene quando si é in presenza a forme molto vicine fra di loro, e con caratteri transeunti. Un dubbio grave peró mi rimane ancora; quello cioè se queste tre forme si presentino con tali condizioni da legittimare la loro separazione in distinte specie (pur nel senso elastico oggidi ormai universalmente adottato), oppure si debbano considerare come semplici varietà di una unica forma

---

(1) *Sphex metallica* Taschenberg. Die Sphegidae des Zoologischen Museums der Universität in Halle (Zeitschr. f. d. gesamm. Naturwissenschaften. 1869) pag. 414, n. 9,

(2) *Sphex Taschenbergi* Magretti. Risultati di raccolte Imenotterologiche nell' Africa Orientale (Annali d. Museo Civico di Genova) pag. 581, n. 106.

principale. Anche adesso se dovessi dare a tal riguardo un giudizio esplicito non oserei di farlo.

Queste tre forme sono per i caratteri plastici affatto identiche fra di loro; io almeno non seppi rilevare differenze sensibili, all' infuori di una leggera maggior convessità dello scudetto nella *Taschenbergi*, ad una non meno lieve maggior robustezza dell' addome nella *metallica* (1). Ma invece differiscono grandemente nella vellosità che è di color argentino sulla faccia sia della *metallica* che della *Magrettii*, nera nella *Taschenbergi:* sul torace poi la *metallica* ha i due primi segmenti (*pro-* e *mesonoto*) coperti da pelurie grigia, il terzo (*metanoto*) vestito di pelurie di un bruno nero: tutto il torace invece è uniformemente vestito da pelurie bruno-nero nelle *Taschenbergi* e *Magrettii:* queste due specie poi ancora hanno in proporzione minore i riflessi metallici argentini che adornano il derma della *metallica*. La *Magrettii* ha assai più scure le macchie sull' estremità delle ali.

Resta a vedere se dai maschi si possano trarre migliori argomenti per la soluzione del presente problema.

Ho voluto dedicare questa, o specie o varietà nuova, all' egregio amico e distinto naturalista Dott. MAGRETTI in segno di riconoscenza pel cortese dono della affine *Taschenbergi*.

Chlorion maxillaris D. BEAUV.

Pepsis maxillaris . . — PAL. DE BEAUV. Ins. Afric. et Americ. pag. 39, tav. I, fig. 1. ♀
Pronaeus maxillaris . — LEP. Hist. Nat. des Ins. Hymen. v. III, pag. 331, n. 1, tav. 30, fig. 1.
» instabilis. . — SMITH. Catal. of Hymen. Ins. part. IV, pag. 340, n. 4.
Chlorion subcyaneum. — GERST. Peters Reise nach Mossamb. part. V, Insect. pag. 482.
» mandibularis — SAUSS. Reise d. Fregatt. Novara. Hymenopt. pag. 37, n. 2 (partim).
Pronaeus maxillaris . — MAGRETTI. Risult. di Racc. Entom. n. Africa Or. (Ann. Mus. Civ. di Genova 1884) pag. 579, n. 103.
» instabilis. . — MAGRETTI. id. id. pag. 580, n. 104.

Due esemplari, entrambi femmine, ed identici, raccolti sulle sponde del fiume Magnarra.

Questa bella e grossa specie (che pare sparsa su larga parte dell'Africa, ma ovunque assai rara) variando molto sia di statura che di colorito venne descritta sotto diversi nomi da varii autori; a parer mio il *Pronaeus in-*

(1) A mio parere l' affinissima *S. argentata* di FABRICIUS è specie assolutamente, e senza alcun dubbio possibile, diversa dalla *metallica*, non meno che dalla *Taschenbergi*, e *Magrettii:* però a parer mio il chiarissimo professore tedesco nella sua diagnosi della *metallica* ha trascurato i caratteri più importanti; che consistono anzitutto in una maggior abbondanza, ma ad un tempo maggior finezza delle spine che armano le gambe della sua *metallica* a confronto dell'*argentata:* in secondo luogo poi, e sopratutto, nella conformazione dell' addome che è relativamente assai

stabilis dello SMITH. (1) ed il *Chlorion subcyaneum* del Dott. GERSTAECHER non sono altro se non che varietà a colore più o meno chiaro delle antenne, testa, gambe ed addome (2). Nella mia collezione trovo tre esemplari (♀ ♀) che ritengo appartenere a questa specie: essi provengono dal Congo da Benue (Africa Occ.) e dalla Nubia (Bahr el Salaam, Africa Or.). Presentano molte differenze fra di loro anzitutto per la statura, la quale risulta rispettivamente per i tre esemplari di 39, 33 e 27 millimetri. Oltre a ciò l' esemplare nubiano ha il corpo di color nero-azzurro (3), con la testa, antenne, gambe, e due ultimi segmenti addominali di color rosso-testaceo: l' esemplare di Benue ha queste parti (ad eccezione del penultimo articolo addominale, che è di color azzurro) di color rosso più chiaro, più vivace; del torace la metà anteriore è di color nero-azzurro intenso, l' altra metà di color azzurro; l' addome (eccettuato l' ano ferruginoso) è di un color azzurro abbastanza chiaro e vivace. L' ultimo esemplare infine (quello del Congo) ha tutto il corpo, compresa la testa di color nero intenso, appena appena lavato di azzurro scurissimo sull' addome; le antenne, e le gambe sono di color bruno rossiccio scurissimo (nelle gambe specialmente). Quest' ultimo esemplare si avvicina moltissimo al *maxillaris* tipico, gli altri due invece molto più all' *instabilis* dello SMITH. I due esemplari raccolti dal FORNASINI si possono considerare come intermedii fra l' esemplare del Congo e gli altri due: hanno la statura di circa 33 a 34 millimetri; il rosso ferruginoso delle antenne, gambe, testa è molto oscuro bensì ma

---

più grosso, massiccio, sferoidale nell' *argentata,* ed invece più sottile, più allungato, e più piatto nella *metallica.* Quest' ultima costruzione si presenta ancor più marcata sia nella *Taschenbergi* sia nella *Magrettii.*

A mio giudizio la vera *Sphex argentata* è specie propria delle faune indiana, ed australiana (io la ricevetti, autenticamente, da Giava, Sumatra, Celebes, China, Nuova Guinea ed Australia, Queensland), e non si trova nelle regioni paleartica, etiopica, e meno che mai neoartica, ove è sostituita da specie affini, e con essa finora confuse, come la *metallica, Taschenbergi* ecc. In realtà la *Sphex argentata* varia pochissimo all' infuori della statura; sopra dieci esemplari ♀ ♀ un solo, proveniente dalle Isole Aru, presenta una differenza alquanto visibile nella colorazione delle ali, che sono leggermente velate di giallo invece di essere limpidissime, quasi argentine come nel tipo. Anche un grosso esemplare proveniente dallo Siam (Renong) presenta le ali alquanto infuscate (sopratutto all' estrema apice) e leggermente colorate di giallo-bruniccio, fra gli otto maschi invece non v' è alcuna differenza all' infuori della statura (da 17 a 26 millimetri).

(1) Lo stesso deve forse pur dirsi pel *Pronaeus affinis* SMITH. (Catal. of Hymen. Ins. pag. 240); non faccio più un' affermazione così recisa per questa specie (che non conosco in natura) perchè nella descrizione risulta un carattere (scanalatura longitudinale del protorace) che potrebbe forse avere un vero valore differenziale specifico.

(2) Pur ammettendo che i *Ch. maxillaris, instabilis, subcyaneum,* e fors' anco l' *affinis* siano varietà di una medesima specie, riesce però impossibile riunirle al *Ch. mandibularis* FABR. come fa il Chiar. DE SAUSSURE (Novara Reise Hymen. pag. 38); le prime quattro forme hanno le ali uniformemente oscure, affumicate, cangianti in violaceo, mentre quelle del *Ch. mandibularis* sono di color fulvo, o giallo, o ferruginose, nell' estremità affumicate. Carattere questo che ha valore specifico non presentando variazioni.

(3) Il torace è però quasi affatto nero intenso, eccettuati i fianchi che son verdognoli.

assai meno che nel mio esemplare congolese, e sul corpo è più sensibile la colorazione azzurrognola.

In tutti questi esemplari le ali sono uniformemente affumicate, quasi opache, e dotate di riflessi violacei.

Un esemplare maschio (raccolte ad Inhambane) si deve assai probabilmente riferire ancora a questa stessa specie; disgraziatamente le pessime condizioni in cui si trova (mancano, fra altro, completamente le ali, la cui colorazione è di grande importanza in questo genere) non permettono di fare alcuna affermazione assoluta a suo riguardo.

Se è giusta la mia ipotesi, questo maschio rappresenterebbe la varietà denominata dal De Saussure *unicolor:* perchè tutto il corpo è di un color nero abbastanza intenso uniforme; assai poco marcati sono i riflessi azzurri-scurissimi sull' addome, ed anche meno sul torace. Le appendici poi, cioè antenne e gambe, sono di color fuliginoso scurissimo; i peli, e le squammette presentano un color bruno cioccolatto un po' più chiaro.

Ampulex cyclostoma n. sp,

Mediocris, sat validus, modice nitidus, viridis, cyaneo nonnihil micans, tibiis, tarsorum et antennarum basi coeruleis, tarsorum, antennarum mandibularumque apice nigro; corpore toto parce et breviter sat uniformiter griseo pilosulo; alis hyalinis, venis testaceo-fuscis, basi costaque obscurioribus; capite crasse denseque punctato; clypeo medio longitudinaliter fortiter carinato, apice late truncato vel arcuato-emarginato; antennarum tuberculis superne ramulos duos verticaliter emittentibus, his supra arcuatis, in occello antico confluentibus; antennis, comparate, subbrevibus, articulo tertio tantum fere duplo scapo longiore; prothorace (supra viso) subquadrato, valde irregulariter punctato, antice medio longitudinaliter profundissime sulcato, utrinque tumidulo, postice elevato-subpyramidato, medio tuberculo sat acuto integro instructo (facie declivi ante tuberculum medio nitida, impunctata); metathorace crasse modice punctato, medio longitudinaliter profunde trisulcato, utrinque postice profundissime sat late depresso-excavato; scutellis modice punctulatis; metathorace longitudinaliter novemcarinulato, inter carinulas transversim irregulariter elevato-strigato; carinulis omnibus rectis; carinis tribus centralibus postice attenuatis, discretis (media longitudinali, lateralibus nonnihil obliquis); carinis 2.ª et 3.ª obliquis subparallelis in carinam apicalem transversam marginalem metanoti confluentibus; carinulis duabus externis minus regularibus, potius in metapleuris quam in metanoto sitis, in tubercula duo lateralia me-

tatoracis apice desinentibus; his tuberculis minutis; abdomine crasse, sat dense, subuniformiter punctato; segmento primo tam lato quam secundo medio longitudinaliter tenuiter polito, fere subcarinulato; pedibus, comparate subbrevibus; alarum cellulis cubitalibus completis duabus; tegulis minutis. ♂

Long. corp. mill. 11.

Un solo esemplare raccolto sulle sponde del Magnarra.

Questa specie si riconosce facilmente per la speciale troncatura del clipeo, il quale nelle altre tutte (per quanto almeno mi consta sia dall' esame diretto, sia dalle diagnosi degli autori) é invece sporgente, nel mezzo all' innanzi, in una punta acuta, non raramente fiancheggiata da altre due minori.

Oltre a questo carattere essa si distingue anche dalle altre specie note per altri non meno importanti. E cosí oltre che per la colorazione delle gambe differisce dalla *compressa* Fab. per la punteggiatura piú grossolana e fitta; per la mancanza di rughe trasversali sul pronoto (il quale d' altronde é di configurazione triangolare nella *compressa*, mentre invece é all' incirca quadrato nel *cyclostoma;* inoltre in questa la scanalatura mediana é assai piú profonda ma per contro piú breve); per la minor lunghezza delle antenne e dei piedi (il terzo articolo é lungo quasi due volte e mezzo il primo nella *compressa*, e meno di due volte nella *cyclostoma*); cosí pure sono assai piú corti, proporzionatamente, la tibia ed il primo articolo dei tarsi nella *cyclostoma;* il penultimo articolo invece non presenta nulla di anormale (1)); per la maggior profondità del solco mediano del mesonoto, e per la separazione dei due solchi laterali dalle depressioni latero-posteriori (nella *compressa* sono invece confluenti); pel diverso disegno delle rugosità del metanoto (nella *compressa* le rughe longitudinali sono tutte giacenti sulla superficie dorsale piana orizzontale del metatorace, invece nella *cyclostoma* le due piú esterne si trovano di già sulla superficie verticale dei fianchi; inoltre nella *compressa* le rughe longitudinali seconda e terza alla base sono confluenti, mentre son tutte distinte e separate da spazi uguali e regolari nella *cyclostoma*; inoltre ancora sono nella *compressa* piú regolari le rughe trasversali del metanoto); per i tubercoli laterali del metatorace piú piccoli; ed infine per l' uguale larghezza dei due primi segmenti addominali (il primo é nella *compressa* assai piú stretto del secondo).

---

(1) Ciò che contribuisce a distinguere la *cyclostoma* della *purpurea* Westw e della *cyanipes* Westw.

Differisce la *cyclostoma* dalla *sibirica* FAB. (1) pel colore delle ali, per l' integrità del tubercolo del pronoto, e per la mancanza degli spazi marginali lisci ed oscuri dei margini dei segmenti addominali. Anche per la colorazione delle ali, (come pure del clipeo e delle mandibole) e pel disegno delle rughe metatoraciche, come pure per la conformazione dei tarsi differisce la *cyclostoma* dalle *purpurea* WESTW, e *cyanipes* WESTW. (2).

Si distingue ancora dalla *cuprea* SMITH per la scultura del protorace, del metatorace e dell' addome. E così pure per la scultura del torace e e dell' addome e per varii dettagli di colorazione la *cyclostoma* distinguesi dalle *nebulosa*, SMITH, *chalybea*, SMITH (3).

Maggiori sono poi ancora le differenze fra la *cyclostoma* e le varie specie indo-malesi.

Agenia rostrata n. sp.

A. personatae GRIB. *affinissima quidem et simillima certe autem facillimeque dignoscitur antennis brevioribus et crassioribus perparum involutis ; clypeo minori (sed sat antice producto) minus tumido, planiusculo, una cum labro et mandibulis rostrum obtusum efficiente (hinc facie infra elongata, verticali); metathorace nonnihil breviore et magis rotundato, crassius transversim ruguloso; alarum anticarum cellula cubitali tertia nonnihil altiore (hinc magis quadrata); tarsorum duorum anticorum unguiculis robuste infra bidenticulatis (tarsi quatuor posteriores carent in unico esemplare viso); pedibus brevioribus; abdomine magis depresso; alis magis fuscis; pedibus omnibus omnino rufo-testaceis, unicoloribus, immaculatis; mesopleuris fere totis rufo-ferrugineis.* ♂

Long. corp. mill. 12.

Un unico esemplare dalle sponde del Magnarra.

Approfitto di questa circostanza per descrivere il maschio (finora ignoto) della mia *Agenia personata*, od almeno quella forma che parmi potersi con qualche speranza di esattezza riferire all' *A. personata*. È tanto più necessario dare questa descrizione onde si possa far meglio il parallelo fra la *personata* e la *rostrata*.

---

(1) Specie che non conosco in natura.

(2) Questa diversifica pur anche per la mancanza del solco centrale del mosotorace.

(3) La *cyclostoma* è poi anche sprovvista delle villosità speciali sul postscudetto e sulle anche posteriori che si notano nella *nebulosa*.

Agenia personata Grib. ♂

A foemina (praeter notas sexuales) differt clypei margine antico ample sed parum profunde emarginato (haud late arcuato convexo); metathorace nonnihil longiore et minus convexo, magis deplanato-declivi; abdomine nonnihil magis compresso segmento primo graciliore basi magis attenuato; coxis duabus anticis rufo-testaceis, coxis quatuor posticis infra testaceo late maculatis; mesopleuris rufo maculatis; antennis pedibusque valde elongatis.

Long. corp. mill. 15.

Un esemplare, proveniente da Sierra-Leona, si trova nella mia collezione.

Debbo dichiarare che quest' accoppiamento è tuttora solo ipotetico, poichè malgrado i numerosi ed importanti punti di affinità che il maschio in questione presenta con le femmine dello Scioa da me altra volta descritte, pure non bisogna dimenticare talune differenze di non piccola importanza, che non oserei affermare senz' altro come solo sessuali. Tali sarebbero la concavità del margine anteriore del clipeo (che invece nella femmina è convesso) (1); la depressione e la, lieve, maggior lunghezza del metatorace, ed anche forse la compressione dell' addome.

In verità pel *facies* e costruzione generale del corpo il ♂ della *rostrata* si avvicina meglio alla ♀ della *personata*; ma la forma affatto diversa della faccia, del clipeo, e delle unghie tarsali non permette di accettarne l' accoppiamento.

La conoscenza di nuovi esemplari, e sopratutto, se fosse possibile, osservazioni dirette in individui viventi potranno solo risolvere gli accennati dubbi.

Ferreola pompiloides n. sp.

Sat magna et robusta, compressa, nigra opaca labro, mandibulis (apice excepto), antennis infra, genubus, tibiis tarsisque, alarum tegulis, una cum pygidio obscure rufo-ferrugineis; alis flavis, apice summo (post cellulas clausas) fumatis; clypeo mediocri, transverso, nonnihil tumidulo, apice recte truncato; antennis brevibus sat rectis, modice robustis; capite, thorace perpaullulum latiore, parvo deplanato; prothorace antice subtruncato; pronoto declivi, parce convexo, transverso (fere sesqui latiore quam longiore), postice parum profunde subarcuato-emarginato; metathorace subquadrato, supra

(1) Che pel rimanente è identico in tutto a quello della femmina.

planiusculo declivi, postice truncato-subemarginato, hinc utrinque subanguloso, laevi (sed haud nitido); alarum anticarum cellula cubitali tertia secunda minore, radialem versus cospicue angustata, subtriangulari; alarum posticarum cellula anali longe post originem venae cubitalis terminata; pedibus parce sed sat robuste spinosis, tarsis anticis parce armatis, haud pectinatis; tarsorum anticorum unguiculis bifidis (1)*; abdomine thorace latiore, capite thoraceque simul sumptis nonnihil longiore, robusto, subsessili, apice distincte compresso; segmento ventrali secundo integro; pygidio sat dense setoso; corpore toto fusco-pruinoso.* ♀

Long. corp. mill. 18.

Un solo esemplare raccolto sulle sponde del Magnarra.

Questo pompilide per le sue antenne relativamente brevi, parcamente incurvate ed inserite molto in basso, per la testa piatta, pel torace relativemente lungo, e parallelepipediforme, per l' addome fortemente compresso nei suoi ultimi articoli, si deve inscrivere nel genere *Ferreola* quale almeno è inteso dagli autori più recenti (come Saussure, Smith ecc.) (2); genere che in sostanza è definito più pel suo *facies*, in verità assai caratteristico, che per veri caratteri positivi.

Siccome però taluni caratteri del genere *Ferreola* nella nostra specie sono poco accentuati (e così il protorace è ancora trasversale, il metatorace è appena quadrato, e la sua incavatura per ricevere l' addome è poco profonda, le antenne sono assai sottili ecc.) così questa specie costituisce un anello di passaggio fra le *Ferreolae* tipiche ed i *Pompilus* (3).

È questa una specie mediocremente grossa ma assai robusta; per la conformazione del corpo si avvicina assai alla *Ferreola collaris* Fabr. della Nuova Olanda (almeno fra le specie a me note in natura).

Ai caratteri enunciati nella diagnosi sarà forse bene aggiungere che gli articoli dei tarsi hanno la conformazione e le proporzioni solite, non si presentano cioè più brevi dell' usato, come nel sottogenere *Pedinaspis*.

Pompilus nudatus Smith.

Pompilus nudatus. — Smith. Catal. of Hymen. Ins. in the Coll. of the Brit. Mus. Part. III, pag. 133, n. 73.

---

(1) *Tarsorum quatuor posticorum articuli ultimi in specimine unico viso carent.*

(2) Dovrebbe forse trovar posto nel sottogenere *Pedinaspis* del Kohl.; ma è questa una suddivisione molto incerta.

(3) Questo fatto anzi mi dà un lontano sospetto che forse la mia specie non sia altro che il *Pompilus diversus* del Dahlbom.

Var. **sudus** mihi.

A typo differt statura maiori antennis tantum articulis duobus ultimis obsolete obscurioribus, prothorace toto, et coxis omnibus rufis, mesopleuris rufo maculatis. ♀

Long. corp. mill. 17-18.

Credo di riconoscere questa specie smithiana in due esemplari femmine, che il Cav. Fornasini raccolse sulle sponde del fiume Magnarra, malgrado le differenze di colorazione, statura, e patria (1), perchè in ogni altra parte la descrizione del *nudatus* si attaglia perfettamente ai detti esemplari (2).

Si poteva aver dubbio che questa forma fosse una varietà del *P. rutilus* Klug, alla quale specie si avvicina per la colorazione del corpo, pel disegno della venulazione alare, per la conformazione dei tarsi, ma si distingue per la colorazione delle ali, per la mancanza dei tubercoli basali del metatorace, e per la maggior finezza della rugolosità che copre quest' ultimo (3). Non parmi adunque che queste due forme possano riunirsi in una specie sola.

Una differenza però trovo anche fra gli esemplari mozambici e la diagnosi smithiana, là dove questa dice — *the second submarginall cell longer than the third.* — Negli esemplari mozambici in verità la seconda cubitale è alquanto più lunga della terza, ma lo è così poco da non meritarsi un cenno così speciale al riguardo, tanto più che le osservazioni a questo riguardo non sono frequenti nelle diagnosi smithiane.

Pompilus Kohli Radowsz.

Pompilus Kohli — Radowszk. Faun. Hymen. Transcasp. (Horae Soc. Ent. Ross. t. XXII, 1857) pag. 344.
» » — Radowszk. Bull. Soc. Imper. Nat. de Moscou. (1888) pag. 466.

Un solo esemplare, femmina, di questa rara specie venne raccolto sulle sponde del Magnarra. Finora questa specie era stata raccolta solo ad Astrhabad (Turcomannia).

---

(1) Il *Pompilus nudatus* venne per la prima volta trovato a Trebizonda (Asia Minore).

(2) Rimane però sempre a verificare la dentellatura delle unghie tarsali, carattere questo importantissimo, e dallo Smith completamente trascurato. Negli esemplari mozambici tutti i tarsi hanno uniformemente le unghie tarsali ben distintamente armate di un acuto dente normale, nella sua metà, al margine interno.

(3) *Metathorace transversim elevato striato,* nel *P. rutilus*, mentre invece gli esemplari del Mozambico sarebbero — *subtillissime transversim ruguloso.*

Pompilus sepulchralis Smith.

Pompilus sepulchralis — Smith. Descript. of New spec. of Hymen. in t. Coll. of t. Brit. Mus. pag. 146, n. 17.

Quantunque l' unico esemplare (♀) raccolto dal Fornasini (sulle sponde del Magnarra) sia in cattivissimo stato, pure credo di riconoscere questa specie in grazia del confronto fattone con un esemplare della mia collezione proveniente da Port Elizabeth. In questi esemplari non si possono riconoscere le tinte verdi del primo segmento addominale, e verdi-azzurre del torace, ma ció forse in causa della poco buona conservazione dei detti due esemplari. Nel mio esemplare di Port Elizabeth i riflessi delle ali sono cangianti dal violetto al verde.

In questa specie i due tarsi anteriori hanno le unghie bifide, mentre i quattro posteriori le hanno unidentate.

Singolare poi é la conformazione delle cellule cubitali: la seconda presenta la figura di un rombo quasi regolare, con un' appendice breve, troncata, un po' inflessa nel suo angolo inferiore-posteriore: in causa di questa appendice la terza cubitale è nel suo margine discoidale un po' più stretta che ai tre quarti della sua altezza; verso il margine radiale é assai poco ristretta, onde riesce di larghezza poco variabile dall'alto al basso.

Pompilus plumbeus Fabr.

Sphex plumbea . . — Fabr. Mantiss. Ins. v. I, pag. 278, n. 64.
Pepsis plumbea . . — Fabr. Syst. Piezat. pag. 215, n. 40.
Pompilus pulcher . — Fabr. Ent. Syst. Suppl. pag. 249, n. 19.
» » — Fabr. Syst. Piezat. pag. 193, n. 29.
» » — Spin. Ins. Ligur. p. I, pag. 69, n. 4.
» » — v. d. Lind. Observ. s. l. Hymen. Fouiss. d' Europ. v. I, pag. 37, n. 2.
» » — Dahlb. Hymen. Europ. v. I, pag. 43, n. 22.
» plumbeus — » » » » » pag. 41, n. 21.
» pulcher . — Lep. Hist. Nat. des Ins. Hymen. v. III, pag. 424, n. 11.
» plumbeus — Schenck, Beschr. d. in Nassau aufgef. Grabw. pag. 228, n. 1.
» pulcher . — Luc. Expl. Scient. d' Alger. Hymen. pag. 268.
» plumbeus — Costa. Fauna Napol. Pompil. pag. 25, n. 3.
» » — Costa. Prosp. d. Imen. Ital. p. II, pag. 58, n. 7.

Una femmina venne raccolta sulle sponde del Magnarra.

Piccola ma elegante e simpatica specie, avente un' area di dispersione geografica larghissima. In modo certo risultó secondo varii autori già trovata in tutte le parti d' Europa, nell' Asia Minore, nel Turkestan, in Egitto,

in Algeria, a Porto Natal; io poi la posseggo inoltre di Tunisia, Nubia, e Senegal. Assai probabilmente essa venne trovata già in altre località, ma descritta sotto altri nomi.

La statura di questa specie è assai variabile, come pure l' estensione e l' intensità della finissima pelurie cinereo-argentina che ne adorna varie parti del corpo. I maggiori esemplari che io conosco sono questi del Mozambico ed uno del Senegal, i quali oltrepassarono i 10 millimetri, mentre altri di Tunisia e di Europa non raggiungono i 7 millimetri. In generale gli esemplari africani sono più riccamente coperti di lanugine cinereo-argentina.

Le unghie dei tarsi, che ho accuratamente esaminate, sono in questa specie armate di un piccolo dente piantato normalmente alla curvatura interna dell' unghia. È questo il carattere più essenziale che la distingue dall' affinissima *Paracyphononyx Paulinerii* Guer.

Hemipepsis vindex? Smith.

Mygnimia vindex. — Smith. Catal. of Hymen. Ins. in t. Cat. of t. Brit. Mus. part. III, pag. 186, n. 18.
Hemipepsis vindex — Gerst. v. d. Deckens Reis. in O. Afr.; Gliederth. pag. 327, n. 22.

Var. **subintegra** mihi.

Typo (1) *similis differt clypeo margine antico parum emarginato, antennis unicoloribus, obscure rufis; capite, tibiis tarsisque duobus anticis obscure rufis; coeterum corpore pedibusque nigro-fuscis.*

Riferisco, però con dubbio, a questa specie smithiana una femmina raccolta ad Inhambane dal Cav. Fornasini; e la riferisco essenzialmente in base alla descrizione parziale del Dott. Gerstaecker; poichè l'esemplare in questione presenta precisamente le due aree traslucide alla base della prima discoidale, ed all' apice della prima cubitale di cui parla il Gerstaecker. Ciò che è fonte di dubbio sull' esattezza del riferimento specifico di questo esemplare non sta tanto nella differenza singolare della colorazione, quanto nella poca profondità della incavatura del margine anteriore del clipeo, mentre lo Smith dice — *the clypeus having the anterior margin widely emarginate.* — Ove sia pur vera quindi l' identità specifica, questa sarebbe dunque una varietà notevolissima, degna perciò di venir distinta con nome speciale, che poi in caso contrario potrebbe servire di nome specifico.

(1) *Mihi in natura ignoto.*

Relativamente alla colorazione generale del corpo non è male il far osservare che l'esemplare del Mozambico è molto vecchio e logoro, e che probabilmente ha soggiornato nell'alcool.

Meria semirufa Gerst.

Meria semirufa . — Gerst. Peters Reise nach Mossamb. Part. V, Insect. pag. 489, tav. XXXI, fig. 9. ♀
Myzine cingulata — Gerst. id. id. id. id. id. id. pag. 491, tav. XXXI, fig. 10. ♂

Due esemplari femmina ed un solo maschio, tutti raccolti sulle sponde del fiume Magnarra.

Contrariamente all' opinione del Dott. Gerstaecker io ritengo che realmente la sua *Myzine cingulata* sia il maschio della sua *Meria semirufa:* anzitutto dalla forma del suo addome, come pure dalla conformazione della sua venulazione alare non vi è dubbio che quest' insetto appartiene veramente al Genere *Meria*. Non posso poi invece affermare così recisamente che esso abbia ad essere senza fallo il maschio della *Meria semirufa* anzichè di altra specie. Ove però si tenga conto che in entrambe le volte che si raccolsero Imenotteri al Mozambico sempre si presero assieme queste due forme, vi è logicamente ragione di pensare che esse si appartengono assai probabilmente: d' altra parte riguardo alla loro conformazione, statura, e colorazione esse stanno all' incirca nello stesso rapporto che le altre specie del Genere *Meria*, per le quali la legittimità del connubio è definitivamente accertata.

In questa specie è molto larga la fessura così singolare, che divide profondamente in due le ali anteriori, e che incontrasi solamente, a quanto mi risulta, nelle femmine del Genere *Meria*.

Discolia ruficornis Fabr.
Var. **melanaria** Burm.

Scolia ruficornis . — Fabr. Entom. System. v. II, pag. 230, n. 9. ♂
» » — Lep. Hist. Nat. des Ins. Hymen. v. III. pag. 524, n. 8.
Discolia ruficornis — Sauss. et Sich. Catal. Spec. Gen. Scolia, pag. 85, n. 62.
Scolia melanaria . — Brum. Bemerk. ueb. Allgem. Bau un Geschl. bei d. Art. d. Gatt. Scolia. pag. 38, n. 63.
Discolia melanaria — Sauss. et Sich. Catal. Spec. Gen. Scolia. pag. 82.
» » — Gerst. Peters Reise nach Mossamb. part. V. Insect. pag. 494.

Tre esemplari furono raccolti ad Inhambane.

Non vi ha per me alcun dubbio che la *S. melanaria* non sia altro se non una varietà della *S. ruficornis:* come pure la *S. caffra* Sauss, e *castanea* Pasch. e forse qualche altra ancora.

Questa specie venne già trovata in molte località oltre che nello stesso Mozambico: cioè in Arabia, Nubia, Abissinia, Cafreria (!), Natal, Capo B. Speranza, e Senegal; io la posseggo di Zanzibar, della Baia d' Algoa, e di Madagascar.

Mutilla Guineensis Fabr.

Mutilla Guineensis — Fabr. Ent. System. v. II, pag. 367, n. 3. ♀
» » — Fabr. Syst. Piezat. pag. 429, n. 4. ♀
» » — Lep. Hist. Nat. des Ins. Hymen. v. III, pag. 640. n. 59.
» » — Gerst. Peters Reise nach Mossamb. part. V, pag. 486, tav. XXXI, fig. 4, 5. ♀ ♂
» » — Radowsz. et Sich. Ess. d' une Monogr. des Mutilles. pag. 87, n. 57. ♀ ♂

Una femmina raccolta in località non designata; essa presenta una statura veramente gigantesca perchè misura circa 25 millimetri, mentre le dimensioni solite variano dai 16 ai 20 millimetri al più.

Il colore rosso del torace è in questo esemplare scurissimo, quasi nero. Io posseggo due esemplari provenienti dall' Isola di Zanzibar in cui il torace è di color nero intenso quanto l' addome.

Questa specie venne già raccolta al Mozambico, ad Inhambane, e Tette: altre regioni di sua abitazione constatata sono la Guinea, ed il Senegal; io la posseggo di Zanzibar, del Senegal, e dello Scioa.

Mutilla Tettensis Gerst.

Mutilla Tettensis — Gerst. Peters Reise nach Mossamb. part. V. Insect. pag. 458, tav. XXXI, fig. 7. ♀
» » — Radowsz. et Sich. Ess. d' une Monogr. des Mutill. pag. 116, n. 85. ♀

Sponde del Magnarra: un solo esemplare.

Alle descrizioni sopra ricordate di questa specie credo utile di aggiungere che la piccola carena ventrale del primo segmento appartiene al tipo numero 2 della Monografia del Radowszkowsky: la depressione mediana è in questa specie pronunciatissima, tanto che a primo aspetto la carena appare come costituita da due distinti tubercoli. L' epipigio porta uno stemma ben determinato e delimitato da una bordatura sottile, distinta: la sua superficie è fittamente ed abbastanza profondamente striata per lo lungo.

È questo, per quanto mi risulta, il secondo esemplare conosciuto di questa bella specie, che sarebbe quindi assai rara, e propria della sola fauna mozambica.

Mutilla Fornasinii n. sp.

Parva, sat robusta, capite thorace pedibusque obscure spadiceo-ferruginneis, abdomine nigro: segmentis abdominalibus 1.°, 2.°, 3.que argenteo marginatis, fasciis 2.i et 3.i medio interruptis; segmentis sequentibus nigro-ciliatis, epipygio argenteo-ciliato : ventre pedibusque albo puberulis : capite antice viso trapezino confertissime irregulariter punctulato granoso; oculis excertis, ovalibus: thorace subparallelepipedo, basi parumper angustiore quam apice, profunde confertim irregulariter punctato, punctis longitudinaliter confluentibus, apice recte truncato, margine spinis septem acutis productis armato : spina intermedia longiore, lateralibus ordinatim decrescentibus: abdomine subsessili, ovato-conico: segmento primo brevi, plano, subtus carinato; carina conspicua, elevata, quadrata: segmento secundo magno, haemispherico, glabro (fascia marginali argentea excepta), supra profunde longitudinaliter et irregulariter striolato-punctato, subtus punctulato: caeteris segmentis confertim punctulatis; epipygio distincte peltato; pelta ovata, longitudinaliter rugosa. ♀

Long. corp. mill. 9.

Un esemplare raccolto sulle sponde del Magnarra.

Questa singolare e notevole specie é affine alle *M. pectinata* Radosz. e *deformis* Smith., ma per numerosi ed importanti caratteri ben distinta da entrambe.

Rimarchevolissime sono le sette acute spine orizzontali che armano il margine posteriore del torace: esse sono molto sporgenti, e robuste quantunque acute: l' intermedia é la maggiore, le laterali vanno gradatamente diminuendo di lunghezza, ma anche le due estreme laterali sono ben notevoli.

Dedico questa singolare specie all' egregio suo raccoglitore, che arricchì le collezioni italiane di così interessanti materiali.

Mutilla interrupta Oliv. Var. **aestuans** Gerst.

Mutilla interrupta — Oliv. Encycl. Méthod. v. VIII, pag. 62, n. 39. ♀
» » — Klug. Symb. Physic. tav. IV, fig. 11. ♀
» » — Lep. Hist. Nat. d. Ins. Hymen. v. III, pag. 639, n. 67. ♀
» » — Radowsz. et Sich. Ess. d' une Monogr. des Mutill. pag. 85, n. 54.
» aestuans — Gerst. Peters Reise nach Mossamb. part. V. Insect. pag. 487, tav. XXXI, fig. 6. ♀
» » — Radowsz. et Sich. Ess. d' une Monogr. des Mutill. pag. 85, n. 55.

Sponde del Magnarra: un esemplare.

Ho sott' occhio tre esemplari di questa specie; uno raccolto al Zanzibar dal Dott. Raffray, appartenente alla mia collezione, e stato determinato col nome di *M. interrupta* dall' illustre Generale Radowszkowsky: un secondo raccolto al Cairo dai Signori Doria e Beccari, appartenente al Museo Civico di Genova; e finalmente l' esemplare raccolto dal Fornasini sulle sponde del Magnarra.

Ora chi esamina il secondo di questi esemplari vi trova tutti i caratteri della *M. interrupta* Oliv.: nell' ultimo invece quelli della *M. aestuans* del Gerstaecker. Differenze veramente degne di nota fra di essi sono: la punteggiatura del torace é di gran lunga più profonda, grossolana, ed irregolare nell' *aestuans*, specialmente quella del metatorace: gli occhi di quest' ultima sono più piccoli, distaccati dalla base delle mandibole: l' epipygio nell' *aestuans* porta poche rughe, o ripiegature, longitudinali, ma assai grosse, ben marcate, e quasi regolari: mentre quello dell' *interrupta* é fittamente coperto da striature sottili, intralciate, irregolari: e finalmente la carena ventrale del primo segmento nell' *aestuans* presenta uno stretto ma profondo intaglio, questo invece é meno profondo ma assai più largo nell' *interrupta*.

Or bene il mio esemplare di Zanzibar presenta precisamente tutti quanti questi caratteri in condizione intermedia a quelle dagli altri due: serve perfettamente di annello di congiunzione fra i medesimi: quasi direbbesi che come la sua patria trovasi a metá strada fra le patrie degli altri due, cosí i suoi caratteri fanno passaggio da quelli dell' uno a quelli dell' altro.

Non parmi quindi ragionevole il separare codeste due specie, e ritengo che la *M. aestuans* non sia altro che una semplice varietá notevole della *M. interrupta*, la cui area di diffusione si estenderebbe cosí su quasi tutta l' Africa (Egitto, Mozambico, Caffreria, Capo di B. Speranza, Senegal) ed alcune regioni dell' Asia (Arabia, Ceylan).

Mutilla Mephitis Smith.

Mutilla Mephitis — Smith. Catal. of Hymen. Ins. in the Coll. of the Brit. Mus. pag. 21, n. 129 ♀
» » — Radowsz. et Sich. Ess. d'une Monog. des Mutill. pag. 118, n. 88, tav. IX, fig. 3. ♀

Due esemplari furono raccolti ad Inhambane.

In questa specie sono notevoli alcuni caratteri, che non trovo accennati nelle descrizioni date dallo Smith, e dal Radowszkowsky. Un primo e singolare carattere lo troviamo sui lati della fronte, che sono armati di un ben distinto tubercolo verticale acuto, per cui la testa riesce bicornuta. Un secondo importante carattere sta nella scultura del torace, che é costituita da punti molti grossi e profondi, specialmente sul metatorace, dove sono inoltre così vicini che i loro margini confondendosi danno luogo a caruncole tuberculiformi irregolari, dilacerate: un distinto solco trasversale separa il metatorace dai due segmenti anteriori del torace, che sono, come in generale, fusi assieme. Il primo segmento pezziuoliforme é molto breve, irregolare, angoloso.

La valvola dorsale dell' ano é nettamente circoscritta da un' orlatura circolare, ben marcata, rilevata: nel suo interno notansi alcune poche rughe longitudinali, grossolane.

Questa specie é molto affine alla *M. maura*, e l' avrei cosiderata quale una semplice sua varietá, se non presentasse i sopradescritti caratteri della testa e del torace.

Essa trovasi affatto fuori di posto (V. Monografia di Sichel-Radowszkowsky) nel gruppo delle Mutille aventi cinque macchie addominali; devesi ascrivere al gruppo successivo.

Psammoterma flabellata Fabr.

Mutilla flabellata . . . — Fabr. Syst. Piezat. pag. 431, n. 12. ♂
Psammoterma flabellata — Latr. Crust. et Ins. v. II, pag. 31. V. nota. ♂
» » — Lep. Hist. Nat. des Ins. Hymen. v. III, pag. 592, n. 1. ♂
» » — Smith. Descr. of some new Spec. belon. t. t. Form. Thynn. Masar. a Apid. (Suppl.) (Trans. Ent. Soc. Ser. III, v. II), pag. 396, tav. XXI, fig. 6. ♂

Un esemplare, maschio, venne raccolto sulle sponde del fiume Magnarra.

Questa specie, della quale finora non si é mai potuto conoscere che un solo sesso, si poteva credere propria del Senegal, ma io ne ricevetti

vari esemplari dal Capo (Baia d'Algoa), dove pare più abbondante che non nel primo paese: risulta ora estesa a regioni più elevate del littorale orientale africano.

Pyria lyncea Fabr.

Chrysis lyncea — Fabr. Entom System. v. II, pag. 240, n. 6.
» » — Dahb. Hymen. Europ. v. II, pag. 339, n. 191.

Una coppia di esemplari (♂ e ♀) raccolti ad Inhambane.

È questa pure una specie caratteristica della fauna africana essendo sparsa ed in abbondanza dall'Egitto e dal Senegal fino al Capo di B. Speranza: io ad esempio la ricevetti dal Capo Verde, Senegal, Congo, Gabon, Capo di Buona Speranza, Baia d'Algoa, Natal, Zanzibar, Scioa, Egitto, e Madagascar.

III.

TEREBRANTI

PER

GIUSEPPE KRIECHBAUMER

Osprynchotus gigas n. sp.

♀ *Niger, capite, antennarum scapo, femoribus tibiisque anticis rufis, illarum annulo et orbitis facialibus fulvescentibus, tibiis tarsisque posticis maxima parte flavis, alis violaceis, apice late nigris.*
Long. capitis cum thorace 9 $^1/_2$, abdom 18, terebr. 12 mm.

Caput transversum, postice oblique angustatum. Mesonotum rugoso-punctatum; scutellum convexiusculum, punctatum, medio laeviusculum; metanotum rugosum. Abdomen glabrum, nitidum.

Caput rufum, orbitis facialibus pallidioribus, fulvescentibus. Antennae nigrae, scapo rufo, flagelli articulo 8 apice, 9-11 totis, 12 basi pallide fulvis, Lamina utrinque ante scutellum rufo-maculata. Pedes antici rufi tarsis fuscis, posteriores nigri, tibiae posticae annulo $^2/_3$ circa longitudinis tibia-

rum occupante et tarsorum posticorum articuli primi dimidio apicali maiore articulisque 2-4 laete flavis. Alae obscure violaceae, apice late nigrae, macula subpellucida pone basin stigmatis et fenestris tribus hyalinis nervorum discocubitalis, recurrentis et cubitalis transversi secundi.

Verisimiliter parasita Eumenidis cuiusdam maioris.

Ophion spec. ?

Individuum absque alis anterioribus et inde haud determinabile, ceterum speciebus maximis metanoto oblique rugoso praeditis associandum. *O. biimpresso* Brullé (Hist. nat. IV, 148, 23) affinis, sed scutellum punctulatum.

Long. corp. 32 mm.

Iphiaulax nigrifrons n. sp.

♂ Testaceus, orbitis ex parte flavis, macula verticis postice utrinque triangulariter producta antennisque nigris, mesonoto strigis tribus obscurioribus parum determinatis, alis violascenti-nigris, macula anteriorumque fascia angulata irregulari flavescentibus.

Long. 17 mm.

Caput e latere visum obtuse triangulare fronte producta, supra visum subcubicum, longitudine vix latius, pone oculos subangustatum, disperse subtiliter punctatum, glabrum, nitidum. Thorax latitudine triplo saltem longior, glaber, nitidus, punctis paucis dispersis, notaulis distinctis postice evanescentibus; scutellum triangulare, latitudine longius; metanotum disperse punctatum, glabrum, nitidum, longius pilosulum. Abdomen subclavato-cylindricum, petiolatum, petiolo brevi, latiusculo, basi excavato, postpetiolo hoc duplo longiore, apicem versus parum dilatato, rude aciculato; segmento 2 apicem versus dilatato, hic longitudine latiore, longitudinaliter rugoso-striato, area basali media triangulari, laevi, utrinque fovea marginali subcurvata; segmentis 3-5 transversis, longitudine plus duplo latioribus, lateribus subparallelis, basi et ante marginem incrassatum glabrum crenulatis, medio costulis longitudinalibus sensim evanescentibus, utrinque sulco obliquo, curvato, crenulato, angulum anticum tuberculatum separante, segmentis 6 et 7 apicem versus angustatis, glabris.

Niger, orbitis verticis et antennarum parte superiore flavescentibus, verticis macula magna triangulari, ocellos includente et postice utrinque triangulariter fere usque ad marginem occipitis continuata et antennis nigris; mesonotum strigis tribus obscurioribus vix discretis. Alae violascenti-ni-

grae, anticae macula flava elongato-subtriangulari in parte apicali cellulae humeralis primae seu anterioris, plus minus in secundam continuata et dilatata, extra medium fascia flava irregulari, e maculis pluribus composita, quarum prima maxima, subcordato-triangularis; alae posticae macula flava ad basin cellulae radialis, paulisper in cubitalem continuata.

Iphiaulax Fornasinii n. sp.

Testaceus, glaber, nitidus, capite, mandibularum apice, antennis, tibiis tarsisque posticis (*illarum summa basi excepta*) *nigris, ore et clypeo rufo, alis flavescentibus, anticarum fascia et apice fuscis, hoc fasciam abbreviatam flavam includente, posticis apice fuscis, macula rotundata cum margine confluente flavo* (*abdominis pars maxima et pedes intermedii desunt*). ♂?

Caput transversum, pone oculos oblique angustatum. Antennae valde elongatae. Thorax latitudine plus duplo longior, notaulis subtilibus sed distinctis; metanotum fulvo-pilosulum. Postpetiolus depressus, latitudine longior, lateribus subarcuatis; segmentum secundum aciculatum, 3 et 4 transversa, basi et ante marginem posticum aciculato-crenulata, medio longius aciculata, 3 insuper utrinque sulco laterali latiusculo crenato, angulum anteriorem subelevatum postice terminante. (Cetera segmenta dorsalia uti pars duorum primorum et omnia ventralia ab insectis devorata sunt). Alae flavescentes, anticae fascia media latiuscula apiceque fuscis, hoc fasciam abbreviatam flavescentem, marginem anticum fere attingentem includente, posticarum fere dimidium apicale fuscum, sed antice macula rotundata flavescente cum margine flavo longius continuato cohaerente.

ODONTOSCAPUS, n. gen. Braconidarum

ὀδούς dens; σκᾶπος, scapus.

Antennarum articuli duo primi denticulis instructi. Mesonotum depressum, planum. Ceterum generi. « Iphiaulax » maxime similis et affinis.

Odontoscapus varistigma n. sp.

♀ *Testaceus, mandibularum apice, oculis, ocellis, macula verticis, antennis tibiisque posticis* (*summa basi excepta*) *nigris, alis fuscis fascia abbreviata et*

fenestra hyalinis, stigmate basi late flavo, abdominis segmentis aciculatis, 2 utrinque longitudinaliter, 3-5 oblique impressis.
Long. corp. 11, terebr. cca. 10 mm.

Caput supra planiusculum, subquadratum, latitudine paulo longius, postice vix rotundato-angustatum, fronte oculos antice vix superante; foveolis antennarum margine supero in corniculum productis. Antennarum scapus cylindricus, apice infra in denticulos duos productus, articulus secundus in denticulum unicum, magis obtusum productus. Thorax latitudine plus duplo longior, mesonoto valde depresso, foveolis tribus longitudinalibus parum impressis; metanotum convexiusculum, glabrum, pilosulum. Abdomen ut mihi videtur segmento primo plane deficiente, verosimiliter ab insectis destructo et secundo thoraci agglutinatum, totum aciculato rugulosum, 3-5 basi et ante apicem crenulatis, 2 utrinque late depresso, spatio medio elevato subpyriformi, 3-5 oblique impressis, his impressionibus in segmentis posterioribus longitudine valde decrescentibus. Terebrae valvulae valde involutae.

Testaceus, capite et thorace in rufum vergentibus, abdominis segmentis 2-4 medio aureo-submicantibus, macula ab antennis apicem versus valde angustata et demum in lineam ad occipitis marginem ductam elongata, antennis et tibiis posticis (summa basi excepta) nigris. Alae fuscae, stigmatis dimidio basali flavo, apicali atro, pone hoc macula maiore subtriangulari et minore subrotundata in fasciolam coalitis tertiaque nervum transversum cubitalem externum includente hyalinis.

Vipio ocreatus n. sp.

♀ *Glaber, nitidus, rufus, mandibularum apice, oculis, ocellis, antennis, valvulis terebrae, tibiis posterioribus tarsisque nigris, abdomine subsessili, subfusiformi, segmentis 1-5 aciculatis, 2 et 3 utrinque oblique impressis, alis violascenti-nigris, maculis aliquot hyalinis.*
Long. corp. 11, abdom. 6, terebr. 11 mm.

Caput nigro-pilosulum, transversum, longitudine dimidio latius, pone oculos vix angustatum, lateribus rotundatis, clypeo costa tenui semicirculari a facie discreto. Thorax latitudine plus duplo longior, notaulis profundis, postice contingentibus. Abdomen subfusiforme, segmenti primi parte petiolari brevi, medio excavato, postpetiolari illo dimidio saltem longiore, medio convexiusculo, aciculato-rugoso, lateribus marginato, apicem versus vix dilatato, secundo tertio vix longiore, apicem versus sensim dilatato, aciculato-rugoso, utrinque sulco profundo obliquo subarcuato, sutura inter

segmenta 2 et 3 impressa, crenata, medio latiore, segmentis 3-5 transversis, longitudine et latitudine sensim decrescentibus, 3 et 4 subtilius aciculato-rugulosis, margine postico glabro, ante eum punctis impressis instructis, 3 utrinque sulco brevi impresso, 5 et 6 laevibus, segmento ultimo ventrali elongato-producto, acuminato.

Color ut in diagnosi indicatus. Alae anticae maculis duabus hyalinis ad basim stigmatis, quasi fasciam abbreviatam formantibus, tertia nervum transversum cubitalem secundum includente.

METODO RAZIONALE DELL' ISTERECTOMIA ADDOMINALE TOTALE

PER

FIBROMIOMI DELL' UTERO

MEMORIA

DEL

Prof. GIACOMO FILIPPO NOVARO

DIRETTORE DELLA CLINICA CHIRURGICA DI BOLOGNA

(Letta nella Seduta del 14 Gennaio 1894).

(CON QUATTRO TAVOLE)

La cura chirurgica dei fibromiomi uterini è entrata da alcuni anni in una fase nuova. Prima la mortalità relativamente grande (35-45 %), che dava la isterectomia, aveva fatto sì che alcuni operatori preferissero ricorrere ad un' operazione incompleta, ma molto meno pericolosa (13-14 % di mortalità) e nella grande maggioranza de' casi sufficiente ad allontanare i disturbi dovuti alla presenza di tali neoplasmi. La dilatazione del collo seguita dal raschiamento dell' endometrio, o la castrazione erano gli interventi a cui volontieri si ricorreva per evitare la miomectomia e l' isterectomia. Colla prima si riusciva nel più de' casi ad arrestare per un certo tempo l' emorragia, che minacciava di esaurire le forze delle pazienti. Colla castrazione si otteneva generalmente l' arresto e la scomparsa delle emorragie, sovente anche la diminuzione del volume e talvolta perfino la scomparsa dei tumori. È bene per altro notare che anche questa operazione nelle mani di Thornton ha una percentuale di mortalità *over 4 per cent.* (V. Brit. m. J. 11 Feb. 1893, p. 283). Oggi però forti dei progressi della medicazione asettica gli operatori, senza lasciarsi dominare dal furore operatorio, quando riconoscono necessario l' intervento a mano armata nella cura di fibromiomi uterini, preferiscono mezzi radicali, e tolti pochi casi in cui si accontentano dell' enucleazione di uno o più miomi, a seconda dei casi, dalla via vaginale o dalla via addominale, è alla isterectomia cha hanno ricorso.

Per questa operazione alcuni danno ancora la preferenza alla via vaginale, altri invece preferiscono l' addominale. Ed io sono fra questi ultimi e per le seguenti ragioni. 1.° Perchè da questa via si possono sempre

evitare le lesioni delle intestina, che, sebben di raro, pur nondimeno qualche volta si trovano avere contratto in alcuni punti più o meno strette aderenze coll' utero miomatoso. In due casi io ho visto l'appendice vermiforme aderente al fondo dell' utero; e in quattro altri casi trovai con questo largamente aderente l'omento. 2.° Perchè dal lato dell'addome si domina con sicurezza la perdita sanguigna. 3.° Perchè da questa parte si è sicuri di non ledere gli ureteri, anche quando (come era da uno dei lati in un caso da me operato) l'arteria uterina, proveniente o dalla pudenda o dalla otturatrice, passa al davanti dell' uretere.

Non tutti coloro però che preferiscono la via addominale procedono egualmente. Gli uni fanno l'isterectomia sopravaginale e fissano il peduncolo o moncone all' esterno nell' angolo inferiore della ferita addominale, o lo fissano fuori del peritoneo, ma sotto i muscoli, o lo affondano ricoprendolo con lembi peritoneali. Altri per contro esportano l'utero in totalità.

Ed io pure, non trovando plausibile la ragione che adducono il Thornton ed altri, che lasciando le ovaia, la donna resti meno priva di sesso, e considerando che nelle inutili ovaia e nell' inutile moncone possono più tardi sorgere altre più terribili neoplasie, ritengo essere l' isterectomia totale da preferire alla sopravaginale. Alcuni chirurghi però, come ad es. il Thornton, non approvano questa operazione, perchè la credono rozza, troppo sanguinosa e pericolosa più assai dell' isterectomia sopravaginale (1). Ed invero coloro che finora l'hanno messa in pratica, usando il laccio preventivo e gettando legature in massa sulle radici dei legamenti larghi e sui fornici vaginali, si sono dimostrati troppo preoccupati della possibilità dell'emorragia ed hanno cercato di prevenirla con mezzi troppo grossolani e poco o punto razionali. Per me l' utero miomatoso è paragonabile al gozzo. In quello, come in questo, noi sappiamo quante e quali sono le sorgenti da cui il sangue arriva nel tumore da esportare, e in ambidue i casi sappiamo dove dobbiamo cercare i vasi arteriosi e venosi per poterli legare prima di lederli. Perciò come non temiamo più l' emorragia nell' esportazione di gozzi anche voluminosi, così non dobbiamo temerla nell' esportazione dell' utero miomatoso. Difatti sappiamo che quattro arterie forniscono sangue all' utero, le due uterine cioè e le due ovariche, o spermatiche che dir si vogliano. E sappiamo che le vene che esportano il sangue dall' utero si accompagnano alle suddette arterie. Come mai si può quindi temere

---

(1) « I shall not occupy your time with any description of the method by complete enucleation and suturing of large flaps of peritoneal capsule in the abdominal wound, for I can see nothing to recommendit, and it is, so far as I have seen it performed, a clumsy and needlessly bloody and dangerous proceeding ».

I. Knowsley Thornton, M. B., C. M. — The treatment of fibromyoma uteri. (Brit. m. Journal, 11 Feb. 1893, p. 284).

gravi emorragie se é in nostro potere renderci padroni delle indicate arterie e vene? Le arterie ovariche e le vene che le accompagnano si trovano nello spessore dei legamenti infundibulo-pelvici. Le arterie uterine scorrono lungo i lati dell' utero, ai quali si portano dalle arterie iliache interne, od ipogastriche, scorrendo lungo la corrispondente parete laterale della pelvi fino a livello della porzione sopravaginale del collo, contro il quale arrivano ad angolo più o meno arrotondato ed aperto in alto e passando di regola in un piano posteriore all' uretere, il quale taglia la direzione dell'arteria uterina obliquamente dall' alto al basso, e dallo esterno allo interno. È bene sapere che qualche volta l' arteria uterina si divide in tre rami, presso a poco eguali, assai prima di arrivare a fianco del collo dell' utero; ma in questi casi tutti e tre i rami si trovano sopra un piano posteriore all' uretere e il calibro loro, minore di un' arteria uterina unica, ci rende avvertiti che ci troviamo in presenza della detta varietà. Molto raro deve essere il caso, da me incontrato finora una sola volta e da un solo lato, in cui l' arteria uterina derivi non direttamente dall' arteria iliaca interna, ma da uno dei suoi rami (pudenda od otturatrice) e passi al davanti dell' uretere.

Conoscendo tutto ciò, a me pare che quand' anche le vene siano nell' utero miomatoso esageratamente sviluppate, si possa procedere con sicurezza e sulla guida dell' anatomia senza bisogno né di laccio preventivo, né di legature in massa sulle radici dei legamenti larghi e sui fornici vaginali. Il laccio preventivo del resto nei casi di fibromiomi espandentisi nel collo, o peggio prolungantisi dal collo fra vagina e retto come in alcuni dei casi da me operati (V. Fig. 2ª, 3ª, 9ª e 12ª) non é sempre applicabile. E le legature in massa sulle radici dei legamenti larghi espongono troppo al pericolo di chiudere gli ureteri, mentre quelle sui fornici vaginali sono inutili, di poco momento essendo l' emorragia che può venire dai piccoli vasi che vengono aperti nel recidere la vagina dall' utero.

Ecco il metodo che io ho tenuto finora nel praticare questa operazione e che parmi si debba chiamare razionale od anatomico.

Preparata la paziente come per una laparotomia qualunque, lavando pure il meglio che sia possibile la vagina, senza cercare di disinfettare anche la cavità dell' utero, che spesso é difficilmente accessibile, si passa alla cloronarcosi mista, cioé previa un' iniezione ipodermica di un centigramma di cloridrato di morfina. Ottenuto il voluto grado di insensibilità, si mette l' ammalata nella posizione del Trendelenburg, si vuota la vescica e si fa ancora una lavatura delle pareti addominali, del monte di Venere, della vulva, della vagina e delle coscie, dopo di che si mette un battuffolo di garza idrofila sterilizzata in vagina, si coprono le parti circostanti alla parete addominale anteriore con asciugamani sterilizzati e si procede all' incisione addominale, che si pratica della voluta lunghezza,

cominciando dalla sinfisi del pube e dirigendola in alto lungo una linea che corrisponde all' unione del terzo interno col terzo medio del muscolo retto sinistro. Scelgo di regola questo punto, invece della linea alba, perchè facendo poi la triplice sutura si evitano più sicuramente noiosi sventramenti. Aperto il cavo peritoneale si fissano con tre, quattro o più punti per lato i margini della sezione peritoneale coi rispettivi margini della ferita cutanea. Ciò fatto, si passa alla ispezione del contenuto del ventre, e, se vi sono aderenze dell' omento col fondo dell' utero, o con fibromiomi sottoperitoneali o cogli annessi uterini, si sciolgono tali aderenze se lasse, se no si divide trasversalmente, a breve distanza da queste, il tratto di omento aderente in mezzo a due serie di legature poste sulla guida dell' indice sinistro passato fra le intestina e l' omento. Spostato in alto il moncone dell' omento, dopo essersi però assicurati della perfetta emostasi della sua superficie di sezione, si esamina se vi siano o meno aderenze colle intestina e specie coll' appendice vermiforme. Se vi sono aderenze intestinali d' ordinario si riesce a scioglierle colle dita. Se è aderente l' appendice vermiforme, la si divide fra due legature, si introflette il margine libero del moncone verso la cavità di esso e si applicano 2 o 3 punti alla Lembert di sutura sieroso-musculare in modo da occludere la cavità appendicolare residua, terminando col togliere la legatura centrale. Sbarazzato così il tumore da anormali aderenze, quando ve n' ha, si procede:

1.° Alla applicazione di un laccio sull' arteria spermatica e sulle vene omonime del lato sinistro al disopra dell' ovaio e del padiglione della tromba. Per fare questo, mentre con un largo e breve uncino ottuso si fa deprimere il margine sinistro della ferita addominale, si solleva fra l' indice e il pollice della mano sinistra il legamento infundibulo-pelvico afferrandolo colle dette due dita al disopra degli organi indicati e con un porta-refe di Dechamps munito di catgut N. 2, si perfora il detto legamento dall' indentro in fuori all' indietro dei vasi.

2.° Stretto questo primo laccio, tenendo l' indice sinistro sotto la pagina posteriore del legamento largo, mentre con esso e col pollice della stessa mano si rovesciano e stirano in alto la tromba e l' ovaio, col medesimo portarefe del Dechamps, che si insinua dal davanti all' indietro nello stesso pertugio fatto per applicare il primo laccio e si va a perforare dallo indietro all' avanti il leg. largo subito al disotto del leg. rotondo un poco distante dal lato rispettivo dell' utero, si passa un secondo laccio e lo si stringe.

3.° Posti questi due lacci laterali se ne mette uno mediale, che corrisponda a tutti e due, passandolo col Dechamps attraverso il leg. largo al disotto del leg. rotondo in vicinanza dell' utero e serrandolo sul leg. largo fra l' utero e l' ovaio. Invece di questo laccio si può mettere anche una pinza emostatica a branche lunghe di Kocher o del Richelot.

4.° Applicati questi tre lacci si divide il legamento largo fra i due primi e il terzo fin sotto il leg. rotondo, e si gettano lacci di sicurezza di catgut N. 1 sulle estremità dei vasi recisi sul moncone centrale afferrati separatamente con pinzette emostatiche.

5.° Si ripete lo stesso dall'altro lato.

6.° Fatto questo, di regola si riesce a sollevare il tumore colla più parte dell'utero fuori della cavità addominale. Se ciò riesce facilmente, bene; se no, si riuniscono gli estremi mediali delle incisioni fatte nei legamenti larghi dividendo il peritoneo sulla faccia anteriore dell'utero in corrispondenza della ripiegatura utero-vescicale, e col dito si stacca dalla faccia anteriore dell'utero fin giù oltre il collo la vescica. Ciò ordinariamente riesce facile, ma se il tessuto connettivo che riunisce la vescica all'utero è poco cedevole, invece che col dito si divide col bistori tenendone il tagliente volto contro l'utero. Separata la vescica fino in fondo al collo uterino, sui lati il leg. largo resta sdoppiato sì che è facile vedere l'arteria uterina lungo il lato corrispondente dell'utero e accompagnarla fino al collo, dove se ne allontana per ripiegarsi allo esterno ed in alto. A questo punto generalmente, se non si è già ottenuto prima, si riesce a tirar fuori della pelvi l'utero in guisa da portare più sotto mano l'art. uterina e le vene che l'accompagnano. Qualora ciò non riesca ancora, vuol dire che i legamenti utero-sacrali sono molto tesi e rigidi o che la vagina è poco cedevole, e si incomincia coll'incidere il peritoneo del foglio posteriore del legamento largo fin contro il collo tanto da recidere anche i legamenti utero-sacrali. Una volta solo mi è accaduto di non potere dopo tale recisione sollevare l'utero miomatoso fino a portare il collo quasi a livello della ferita addominale. In tale caso dovetti isolare l'arteria uterina profondamente e passarvi attorno un laccio di Dechamps sulla guida del dito.

7.° Negli altri casi invece ho sempre potuto sollevare il tumore e l'utero tanto da arrivare con facilità a preparare l'arteria uterina e le vene satelliti a fianco del collo e portare col Dechamps un laccio di catgut N. 1 attorno a ciascuno de' vasi, alla distanza di un paio di centimetri dal collo uterino, prima dall'uno e poi dall'altro lato. Sempre ho potuto distinguere l'uretere dai vasi sanguigni, anche nel caso già citato in cui esso passava al di dietro dell'arteria.

8.° Legate le arterie e le vene uterine centralmente, applico una pinzetta emostatica del Kocher sui vasi dal lato dell'utero e li divido fra le pinzette e i lacci.

9.° Dopo ciò, stirando l'utero in alto, si tende la vagina e col dito si sente dove termina anteriormente il collo uterino, e lì, se la vescica è già stata respinta più in basso, e se no la si sposta in questo senso ancora per quel tanto che è necessario, colle forbici si fa un'incisione trasversale

colla quale si apre la vagina. Una volta, nel distaccare la vescica dal collo dell' utero respingendola verso la vagina col dito, mi accadde di sfondarla, ma me ne accorsi tosto, e tosto chiusi la breccia con doppia serie di punti di sutura con catgut N. 1. Peró tale accidente si potrà sempre evitare se si procederà con cautela aiutandosi anche all' occorrenza col bistori come ho detto di sopra.

10.° Incisa la parete anteriore della vagina, si afferra il margine inferiore della bottoniera con una pinzetta di Museux o di Mac Clintok, o vi si passa un' ansa di filo di seta, e quindi per la fatta apertura si insinua in vagina un battufolo di garza e con una sonda lo si spinge verso la vulva, cacciando fuori della vagina quello che vi si era introdotto prima dell' operazione e spazzando la vagina dal liquame, che durante le manovre operatorie potè essere espresso dall' utero. Occorrendo si fa passare un secondo e un terzo battufolo a fine di pulire il meglio che sia possibile la parte superiore della vagina, dove potrebbe infettarsi il nostro dito, che del resto toccherà quanto meno potrà codesta parte.

11.° Aperta la vagina dalla parte anteriore, e pulitala nel modo sopradetto, si seguita a reciderla dall' utero, tenendosi colle forbici rasente il collo di esso. Con quattro o cinque colpi di forbice di regola si compie il distacco dell' utero dalla vagina. Non é necessario il cercare di lasciare un lembo peritoneale posteriore; ma per lo più il peritoneo di questa parte si divide nello stesso tempo che la parete posteriore della vagina. Vi sono casi peró, nei quali un mioma della parete posteriore dell' utero si prolunga in basso fra la vagina e il retto, ed allora bisogna, prima di aprire la vagina, incidere trasversalmente il peritoneo sulla faccia posteriore. Questa incisione si fa il più in basso che sia possibile e poi col dito si scolla il peritoneo dal tumore e si isola questo dal tessuto connettivo lasso che lo circonda e si solleva in alto allontanandolo dalla vagina, la di cui parete posteriore in tale caso si divide separatamente. Quando eccezionalmente la vagina sia poco cedevole e si duri fatica a portare in evidenza il punto di riflessione dell' arteria uterina, allora da un lato sulla guida del dito si porta attorno alla medesima un laccio giù in fondo fra le pagine divaricate del legamento largo, mentre coll' uncino ottuso si fa stirare in fuori il labbro corrispondente della ferita addominale, e colla mano si fa spostare per quanto é possibile l' utero dalla parte opposta. Gettato un laccio, che in questo caso deve comprendere arteria e vene, dalla parte centrale, si applica una pinzetta dal lato dell' utero e con un colpo misurato di forbici, dopo aver ben posto mente a che non sia stato compreso nel laccio anche l' uretere, si recidono i vasi fra il laccio e le pinzette, e poscia col dito si respinge il moncone centrale dei vasi e i tessuti che lo circondano all' infuori ed in basso fino ad arrivare contro la parete della vagina,

chè si apre dalla faccia anteriore, e si spazza come sopra si è detto, per seguitare quindi a reciderla colle forbici rasente il collo dell' utero. Si arriva così, dopo recisa torno torno tutta la vagina, ad avere l' utero attaccato solo per l' arteria e le vene uterine dell' altro lato, che allora riesce facilissimo legare e recidere. Nel separare la vagina dall' utero, sia dopo avere legate le due arterie uterine, che dopo averne legata solo una, si ha un' emorragia insignificante, che si arresta facilmente coll' applicazione di due o tre pinzette emostatiche, alle quali si sostituiscono poi subito lacci di sottile catgut. Seguendo queste norme io non ho mai avuto a lamentare apprezzabile emorragia, anzi il più delle volte ho potuto condurre a termine l' operazione senza una perdita di sangue superiore ai 100 grammi. Mi pare un' esagerazione quella del Dr. R. Largeau (de Niort), il quale dice: « Je n' en (de sang) ai perdu 5 grammes, dans l' operation qui a le plus saigné ». (7.me Congrés de Chirurgie, Paris 1893, pag. 160).

12.° Esportato l' utero si chiude la vagina suturando insieme il labbro posteriore coll' anteriore della sezione vaginale con punti alla Lembert procurando di affrontare esattamente i margini della mucosa.

13.° Cominciando poscia dal moncone del legamento infundibulo-pelvico di un lato, si suturano le due pagine del leg. largo in guisa da nascondere sotto il peritoneo il detto moncone e seguitando quindi a suturare la piega peritoneale limitante la vescica col margine posteriore della sezione peritoneale, che si escide se troppo abbondante, avendo cura di passare coi punti centrali anche nel moncone della vagina per non lasciare alcun spazio morto fra esso e il peritoneo, si va a finire colla sutura dei margini del leg. largo dell' altro lato, nascondendo anche quivi il moncone del leg. infundibulo-pelvico sotto il peritoneo. Questa sutura si fa con catgut N. 1.

14.° Terminata questa sutura, si fa la toilette del cavo del Douglas e, se si ha ragione di temere vi sia stata infezione del peritoneo, come nei casi di icorizzazione del fibromioma o di complicazione con salpingite purulenta con rottura del sacco durante l' operazione, si mette uno stuello di garza idrofila, che pescando nel cavo del Douglas fuoresca dall'angolo inferiore della ferita addominale, e si chiude il resto della ferita addominale colla triplice sutura; avendo cura, prima di chiudere gli ultimi punti della sutura profonda aponeurotica-peritoneale, di levare la pezzuola di flanella che si era messa a protezione delle intestina al principio della operazione appena aperto l' addome o dopo avere distaccato l' omento e tolte le altre eventuali aderenze. È chiaro che, se non fa bisogno il drenaggio, si comincia a suturare il peritoneo dall' angolo inferiore della ferita del medesimo, tagliando prima via via, tanto in questo, quanto nel caso precedentemente accennato, i nodi dei fili fissanti il peritoneo alla

cute. Noto di passaggio che allorquando si tratta di fibromiomi voluminosi, i quali richiedono una lunga ferita addominale, questa si chiude temporaneamente per quel tratto, che non é più necessario dopo estruso il tumore, coll' annodare fra loro i capi corrispondentisi dei fili che fissano provvisoriamente i margini della ferita peritoneale ai rispettivi margini della ferita cutanea.

15.° Fatta la sutura della ferita addominale, si fa la toilette esterna, si applica la medicazione asettica, come si suole dopo qualsiasi laparotomia, si ricambia lo zaffo vaginale, si pratica il cateterismo vescicale (ció che si fa sia per vuotare la vescica, sia, e più, per assicurarsi che la medesima non é stata lesa), e si porta la paziente nel suo letto, ove si lascia che essa prenda quella posizione che meglio le accomoda. Se l' ammalata non era prima ridotta anemica dalle perdite sanguigne precedenti, non si ha a temere collasso di sorta. Se invece per le precedenti emorragie la paziente, terminata l' operazione, cade in collasso, le si pratica subito un' ipodermoclisi di 500-1000 cmc. di soluzione fisiologica di cloruro di sodio, sia nella regione pettorale, sia nella parte anteriore superiore delle coscie.

Questa piccola operazione, se la donna é molto depressa, si pratica anche prima di accingersi all' esportazione dell' utero miomatoso, e se il collasso si manifesta nel corso dell' atto operativo, si puó far fare anche durante questo.

Seguendo queste norme io ho eseguito già 20 volte questa operazione, e due volte l' ha eseguita il mio assistente Dott. Umberto Monari. E su queste 22 operate si ebbero solo due morti; anzi, considerando che una di queste morti (V. N. 10 dell' elenco) é avvenuta per avere dimenticato nel cavo peritoneale un battufolo di garza idrofila (cosa che non avrebbe dovuto succedere, se si fosse ottemperato all' ordine mio di non introdurre nel ventre che pezzuole di flanella sterilizzate, che vengono contate al principio dell' operazione e alla fine di essa prima di chiudere la ferita addominale) e considerando che tale accidente non deve mettersi a carico del metodo seguito nel praticare l' operazione, e che perció questo caso deve essere lasciato in disparte, si hanno 21 operazioni con un solo insuccesso, e quindi una mortalità di 4,76 % (1).

Ora, se si pon mente, che due volte si trattava di voluminosi fibromiomi icorizzati (V. N.i 12 e 19 dell' elenco), che in una (V. N. 8) si aveva appena 35 di emometria, che in due (V. N.i 5 e 11) vi era aderenza coll' appendice vermiforme, che in tre (V. N.i 6, 13 e 16) vi era anche piosalpinge,

(1) Dal dì in cui lessi questa memoria ad oggi ebbi occasione di fare due altre volte codesta operazione e con esito felice. Perciò oggi ho 23 operazioni con un solo decesso e quindi una mortalità del 4,36 %.

e che in tutti questi casi si ebbe guarigione, a me pare sia ragionevole la speranza di vedere presto diminuire ancora la percentuale della mortalità di questa operazione. Inoltre basterà gettare lo sguardo sulle Figure 2ª, 3ª, 9ª e 12ª per convincersi come col metodo descritto si possano anche esportare tumori incuneati nel bacino e prolungantisi pure fra la vagina e il retto, e come per conseguenza questo metodo sia applicabile in tutti i casi di fibromiomi in cui si ritenga necessaria l'ablazione dell'utero, e non meriti più di essere chiamato nè rozzo, nè troppo sanguinoso, nè troppo pericoloso.

ELENCO dei casi di Fibromiomi operati coll'amputazione totale per la via dell'addome.

Numero d' ordine	Nome, cognome età, patria	Diagnosi	Indicazione dell'operazione	Operazione	Esito
1	P. M. d' anni 42 di Bologna.	Fibromioma dell' utero (parete anteriore) degenerazione cistica delle ovaia.	Metroraggie da sei mesi. Emometria 45 %.	Amputazione totale. 6 Aprile 1892.	Guarigione. Esce dalla Clinica il 23 Aprile.
2	C. P. d' anni 33 di Bologna.	Fibromioma dell' utero.	Stipsi, mestruazioni molto abbondanti, dolori a cintura, al basso ventre. Emometria 60 %.	Amputazione totale. 19 Settembre 1892.	Guarigione. Esce dalla Clinica il 15 Ottobre.
3	G. O. C. d' anni 42 di Zandolino (Bergamo).	Fibromioma dell' utero.	Stipsi, metroraggie. Emometria 65 %.	Amputazione totale. 5 Ottobre 1892.	Guarigione. Esce dalla Clinica il 3 Novembre.
4	B. P. d' anni 42 di Imola.	Fibromioma dell' utero.	Stipsi, dolori all'ipogastrio. Emometria 65 %.	Amputazione totale. 15 Ottobre 1892.	Guarigione. Esce dalla Clinica il 12 Novembre.
		Osservazioni — Si trova che l'omento è aderente alla faccia anteriore del tumore.			
5	M. V. d' anni 33 di S. Lorenzo in Campo (Pesaro).	Fibromiomi dell' utero con nodi sarcomatosi in alcuni fibromiomi. (V. Fig. 1ª).	Metroraggie, dolori all' ipogastrio. Emometria 55 %.	Amputazione totale. 11 Novembre 1892.	Guarigione. Esce dalla Clinica il 12 Dicembre.
		Osservazioni — Si trova che l'appendice vermiforme è aderente al tumore, viene quindi resecata, e chiusa con diversi piani di sutura. L'omento è aderente al corno del lato destro dell' utero. Questo caso è già stato descritto dal Dott. D. Giordano, nel N. 81 dell'anno 1893 della *Gazzetta degli Ospitali*, sotto il titolo: « Sviluppo di sarcoma entro a fibromiomi uterini ».			
6	M. B. G. d' anni 35 di Comacchio.	Fibromioma dell' utero, salpingite bilaterale. (V. Fig. 2ª).	Mestruazioni abbondantissime, dolori all' ipogastrio, stipsi. Emometria 45 %.	Amputazione totale. 19 Novembre 1892.	Guarigione. Esce dalla Clinica il 30 Novembre.
7	Z. M. d' anni 32 di Imola.	Fibromiomi dell' utero, degenerazione cistica delle ovaia.	Mestruazioni abbondanti, dolori all' ipogastrio. Emometria 65 %.	Amputazione totale. 28 Gennaio 1893.	Guarigione. Esce dalla Clinica il 18 Febbraio.
8	L. B. d' anni 47 di Bologna.	Fibromioma dell' utero.	Metroraggie abbondantissime. Emometria 35 %.	Amputazione totale. 6 Marzo 1893.	Guarigione. Esce dalla Clinica il 29 Aprile.
		Osservazioni — Subito dopo l' operazione, durante la quale la paziente non ha perduto 100 gr. di sangue, il polso si fa piccolo e frequente. Si pratica tosto l' ipodermoclisi d' un litro di soluzione fisiologica di cloruro di sodio nella regione pettorale ed una iniezione ipodermica di centigr. 10 di caffeina. Il polso si rialza gradatamente e dopo circa un' ora il liquido e del tutto riassorbito, il polso è diminuito in frequenza, e si percepisce più pieno è regolare. Verso sera essendo nuovamente aumentata la frequenza del polso si ripete l'ipodermoclisi d' un litro nella regione anteriore e superiore delle coscie.			

Numero d' ordine	Nome, cognome età, patria.	Diagnosi	Indicazione dell' operazione	Operazione	Esito
9	A. M. B. d' anni 49 di Bologna.	Fibromiomi dell' utero. (V. Fig. 3ª).	Metroraggie, stipsi, frequenza nell' urinazione. Emometria 65 $^0/_0$.	Amputazione totale. 21 Aprile 1893.	Guarigione. Esce dalla Clinica il 21 Maggio.
10	M. A. d' anni 27 di Codifiume.	Fibromioma dell' utero.	Mestruazioni abbondanti, dolori all' ipogastrio. Emometria 70 $^0/_0$.	Amputazione totale. 29 Aprile 1893.	Morte. 4 Maggio.
		Osservazioni — Alla necroscopia trovasi uno zaffo di garza nella cavità peritoneale in corrispondenza della sinfisi sacro-iliaca di destra.			
11	V. V. d' anni 40 di Consandolo.	Fibromiomi dell' utero. (V. Fig. 4ª).	Mestruazioni molto abbondanti e più frequenti. Emometria 65 $^0/_0$.	Amputazione totale. 24 Maggio 1893.	Guarigione. Esce dalla Clinica l' 8 Giugno.
		Osservazioni — Si trova che l' appendice vermiforme è aderente al tumore; si reseca e si chiude con diversi piani di sutura.			
12	R. L. d' anni 54 di Brisighella.	Fibromioma dell' utero icorizzato.	Metroraggie abbondanti, febbre oscillante tra 37°,5 e 39°.	Amputazione totale (drenaggio alla Mikulicz), 4 Giugno 1893.	Guarigione. 20 Giugno.
		Osservazioni — Dopo l'operazione non si ha più elevazione di temperatura; il drenaggio viene tolto in quarta giornata; sutura secondaria.			
13	M. E. d' anni 44 di Bologna.	Fibromiomi dell' utero, piosalpinge a sinistra. (V. Fig. 5ª).	Impossibilità quasi a defecare, urinazione molto frequente, dolori all'ipogastrio febbre tra 37°,5 e 39°. Emometria 50 $^0/_0$.	Amputazione totale. 13 Giugno 1893.	Guarigione. Esce dalla Clinica il 15 Luglio.
		Osservazioni — Presentando l'ammalata, appena posta a letto, segni di colasso, si pratica tosto una iniezione di centigr. 20 di caffeina, e l' ipodermoclisi d'un litro di soluzione fisiologica di cloruro sodico nella regione pettorale. Si ripete alla sera l' ipodermoclisi d' un litro, come pure per due volte nel giorno seguente, ed ancora per una volta nel 3° giorno, alternando ora le regioni pettorali, ora la parte superiore ed anteriore delle coscie. Il polso si mantiene sempre tra le 100 e 110 battute al minuto ma abbastanza sostenuto e regolare. La paziente tormentata da violenti sforzi di vomito, si lacera buona parte della sutura profonda delle pareti addominali; dopo 2 giorni essendo insorti fenomeni di peritonite, si riapre l'addome e si asciuga con striscie di garza, zaffando il peritoneo con strisce di garza idrofila. Dopo 5 giorni essendo scomparso ogni fenomeno di peritonite e la temperatura fattasi normale, si fa la sutura secondaria delle pareti addominali.			
14	V. R. d' anni 50 di Forlimpopoli.	Fibromiomi dell' utero cisti del paraovaio destro. (V. fig. 6ª).	Metroraggie da una settimana, leggera stipsi. Emometria 75 $^0/_0$.	Amputazione totale. 22 Giugno 1893.	Guarigione. Esce dalla Clinica il 19 Luglio.
15	S. C. B. d' anni 35 di Milano.	Fibromiomi dell' utero. (V. Fig. 7ª).	Mestruazioni abbondanti ed anticipate, dolori all' ipogastrio, stipsi.	Amputazione totale. 22 Giugno 1893.	Guarigione. 6 Luglio.

Numero d' ordine	Nome, cognome età, patria	Diagnosi	Indicazione dell' operazione	Operazione	Esito
16	P. M. d' anni 33 di Bologna.	Fibromiomi dell' utero, piosalpinge a destra, cisti paraovaio sinistro. (V. Fig. 8ª).	Metroraggie, febbre tra 38° e 39°, 5. Emometria 60 %.	Amputazione totale (drenaggio). 22 Luglio 1893. (Op. Dr. U. Monari).	Guarigione. Esce dalla Clinica il 16 Agosto.
		Osservazioni — L'omento si presentava aderente al fondo dell'utero. Il drenaggio viene tolto in terza giornata, sutura secondaria.			
17	M. R. d' anni 40 di Monghidoro.	Fibromiomi dell' utero.	Metroraggie. Emometria 55 %.	Amputazione totale. 17 Agosto 1893. (Op. Dr. U. Monari).	Guarigione. Esce dalla Clinica il 4 Settembre.
18	P. R. d' anni 49 di Bologna.	Fibromioma parete posteriore dell' utero. (V. Fig. 9ª).	Iscuria per compressione, stipsi ostinata riempiendo il tumore la piccola pelvi, e forti dolori alle coscie. Emometria 70 %.	Amputazione totale. 14 Settembre 1893.	Guarigione. Esce dalla Clinica il 2 Ottobre.
19	M. T. d' anni 50 di Fusignano.	Fibromioma dell' utero icorizzato. (V. Fig. 10ª).	Metroraggie abbondanti, stipsi. Emometria 50 %.	Amputazione totale. 28 Settembre 1893.	Guarigione. Esce dalla Clinica il 15 Ottobre.
20	C. M. d' anni 40 di Molinella.	Fibromiomi dell' utero. (V. Fig. 11ª).	Metroraggie, stipsi, urinazione frequente. Emometria 60 %.	Amputazione totale. 12 Ottobre 1893.	Morte. 19 Ottobre.
		Osservazioni — Durante le manovre operatorie vien fatta una lacerazione alla vescica che viene subito suturata a diversi piani. — All'autopsia non si trova alcuna traccia di peritonite, nulla pure dal lato della vescica la di cui ferita si trova del tutto cicatrizzata; i reni presentano una nefrite parenchimatosa acuta. Nulla degno di nota negli altri organi. È da notarsi che la sera precedente al giorno dell'operazione si era operato un giovane per peritonite perforativa.			
21	A. M. d' anni 45 di Pisa.	Fibromiomi dell' utero.	Stipsi, e forti dolori ai quadranti inferiori dell' addome. Emometria 75 %.	Amputazione totale. 14 Novembre 1893.	Guarigione. Esce dalla Clinica il 28 Novembre.
		Osservazioni — L' arteria uterina destra si trovava al davanti dell' uretere.			
22	M. C. T. d' anni 69 di Udine.	Fibromiomi dell' utero. (V. Fig. 12ª).	Metroraggie, dolori all' ipogastrio.	Amputazione totale. 25 Novembre 1893.	Guarigione. 30 Dicembre.
		Osservazioni — L' omento si presenta in totalità aderente alla superficie superiore dei tumori sorgenti dall' utero. Essendosi rotto l' utero in corrispondenza del collo durante l' operazione si credette prudente mettere un piccolo drenaggio capillare che è tolto in dodicesima giornata.			

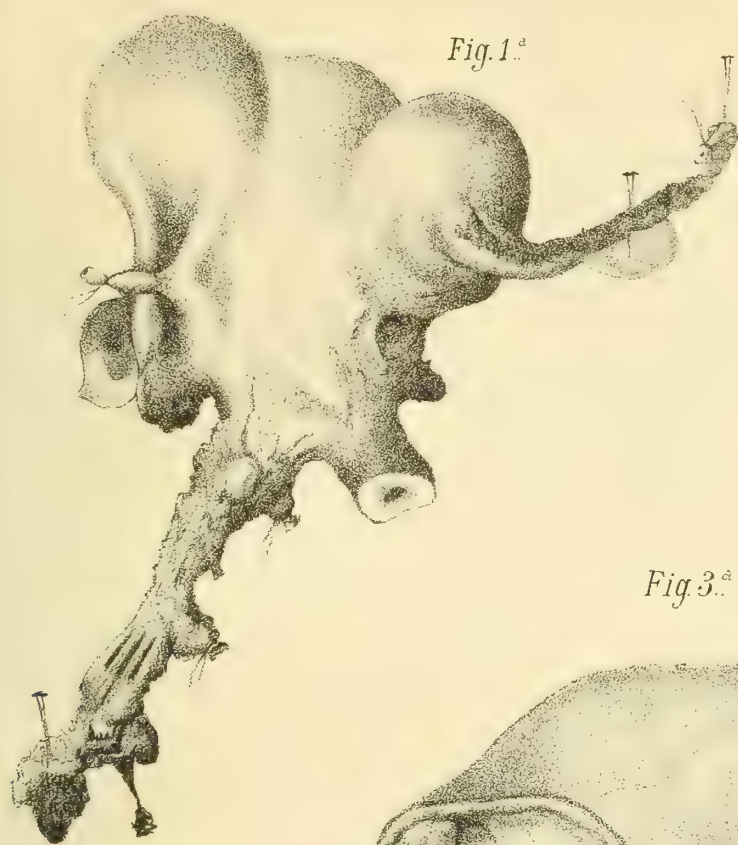



Fig. 1.ª

Fig 2.ª

Fig. 3.ª

Fig. 4.ª

V. Raspi dis. dal vero. E. Contoli lit. Lit. Mazzoni e Rizzoli Bologna

Fig. 5.ª

Fig. 6.ª

Fig. 7.ª

V. Raspi dis. dal vero E. Contoli lit. Lit. Mazzoni e Rizzoli Bologna

Fig. 8.ª

Fig. 9.ª

Fig. 10.ª

V. Raspi dis. dal vero. E. Contoli lit. Lit. Mazzoni e Rizzoli Bologna.

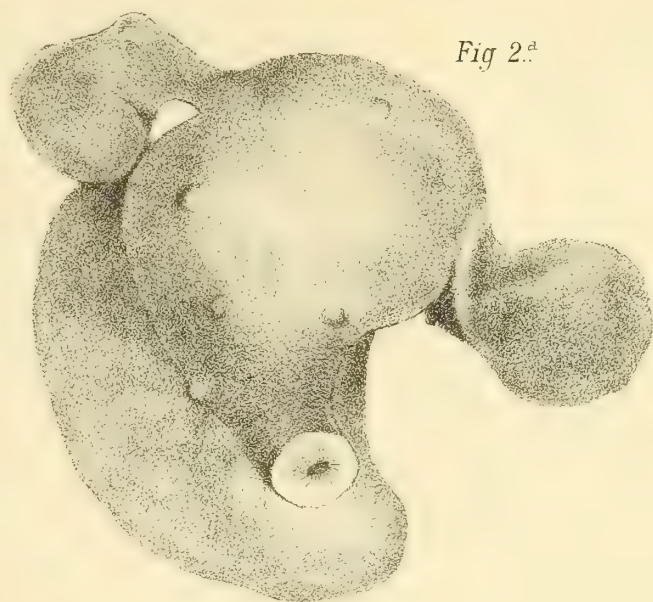



Fig. 11.ª

Fig. 12.ª

V. Raspi dis. dal vero. E. Contoli lit. Lit. Mazzoni e Rizzoli Bologna

SULLA
COSTITUZIONE DELLA COTOINA

MEMORIA

DI

GIACOMO CIAMICIAN E **PAOLO SILBER**

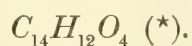
(Letta nella Seduta del 14 Gennaio 1894).

In seguito ai nostri studi sui composti contenuti nella corteccia di *Paracoto,* abbiamo rivolto la nostra attenzione sui corpi che si rinvengono nella *vera* corteccia di *Coto*, che secondo Iobst e Hesse conterebbe principalmente la

Cotoina: $C_{22}H_{18}O_6$ e la *Dicotoina*: $C_{44}H_{34}O_{11}$.

In questa memoria ci occuperemo esclusivamente della prima.

Anticipando, diremo subito che la formola proposta da Iobst e Hesse non è esatta; la *Cotoina* pura non ha la formola $C_{22}H_{18}O_6$, ma bensì

$C_{14}H_{12}O_4$ (*).

Il materiale per le nostre esperienze venne preparato, anche questa volta, nella fabbrica della ditta E. Merck di Darmstadt. La cotoina inviataci aveva l' aspetto d' una polvere cristallina gialla, dal punto di fusione 129-130°. Le sue proprietà corrispondevano alla descrizione che ne danno i due citati chimici. Onde verificarne la composizione abbiamo sottoposto all' analisi tre campioni purificati ulteriormente per tre differenti vie:

I. Abbiamo fatto cristallizzare 2 gr. del composto due volte successi-

(*) Secondo una recente pubblicazione di O. Hesse (Ber. 26, pag. 2794) un certo Sig. Cohen avrebbe nel 1890 trovato per la cotoina la formola $C_7H_6O_2$, cioè una composizione identica a quella da noi pure accertata. Questo lavoro ci è sfuggito del tutto avendo a nostra disposizione il *Pharmaceutical Iournal and Transaction* in cui sarebbe comparso.

vamente dall'acqua bollente, impiegando circa due litri di solvente; il prodotto fondeva a 129-130°.

II. Un secondo campione (2 gr.) venne sciolto a caldo nel benzolo e precipitato con etere petrolico. Ripetendo alcune volte questa operazione abbiamo ottenuto cristalli d'aspetto assai uniforme, che fondevano a 130-131°.

III. Un terzo campione venne preparato per l'analisi cristallizzando 15 gr. di cotoina per sette volte di seguito dal benzolo bollente. Il prodotto, che dopo la prima operazione fondeva a 129-130°, raggiunse in fine il punto di fusione 130-131°. Il suo aspetto non era però uniforme, si distinguevano mammelloni gialli e singoli cristalli aghiformi dello stesso colore; le due forme avevano però lo stesso punto di fusione.

Secondo le osservazioni di Iobst e Hesse la cotoina fonde a 130°. Malgrado questa coincidenza e quella di tutte le altre proprietà, che esclude ogni dubbio sopra una possibile essenziale differenza fra il nostro prodotto e quello studiato dai citati autori, le nostre analisi non confermarono la loro formola dandoci numeri, che differiscono sensibilmente da quelli da essi trovati, e che conducono alla formola da noi proposta:

I. 0,1774 gr. di sostanza dettero 0,4466 gr. di CO_2 e 0,0808 gr. di H_2O.
II. 0,1917 gr. di sostanza dettero 0,4848 gr. di CO_2 e 0,0876 gr. di H_2O.
III. 0,2708 gr. di sostanza dettero 0,6810 gr. di CO_2 e 0,1212 gr. di H_2O.

In 100 parti:

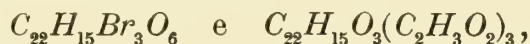
	trovato			calcolato per $C_{14}H_{12}O_4$
	I.	II.	III.	
C	68,66	68,97	68,58	68,85
H	5,06	5,07	4,97	4,92.

Iobst e Hesse trovarono invece i seguenti numeri, da cui dedussero la loro formola errata:

	trovato da Iobst e Hesse					calcolato per $C_{22}H_{18}O_6$
	I.	II.	III.	IV.	V.	
C	69,26	69,83	69,34	69,57	69,00	69,84
H	4,99	4,92	4,92	5,04	4,83	4,76.

È strano che l'analisi N. V, che essi ritennero la più imperfetta, perché come essi asseriscono fatta su materiale meno puro, sia invece quella che più si avvicina alle nostre.

Siccome la formola di Iobst e Hesse viene apparentemente confermata da quella di un derivato tribromurato e da quella di un triacetato, ai quali due composti essi attribuiscono rispettivamente le formole:

$$C_{22}H_{15}Br_3O_6 \quad e \quad C_{22}H_{15}O_3(C_2H_3O_2)_3,$$

abbiamo ripetuto lo studio anche di queste due sostanze, le quali, come si vedrà, non hanno neppure esse la composizione loro attribuita dai citati autori.

Acetato di Cotoina.

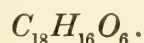
La cotoina, come già trovarono Iobst e Hesse, dà facilmente un derivato acetilico, noi lo abbiamo preparato per verificarne la composizione per riottenere poi dall' acetato puro la cotoina ed accertarne in questo modo ancora una volta la formola.

Trattando la cotoina coll' anidride acetica ed acetato sodico anidro, oltre al derivato acetilico, si produce però, in minore quantità, un' altra sostanza, la di cui formazione per molto tempo ci indusse a ritenere che la cotoina del commercio contenesse un altro composto, da cui fosse impossibile liberarla per semplice cristallizzazione. Di fatto ottenendo dal prodotto commerciale due differenti acetati era assai naturale supporre questi derivanti da due sostanze diverse in esso contenute e tanto più ci sembrava verosimile questa interpretazione dei fatti in quanto che essa veniva a dare in certo modo ragione dei risultati inesatti di Iobst e Hesse, potendosi ammettere che questi chimici non avessero liberata la cotoina, da essi studiata, dall' altro corpo che l' accompagnava. La cosa però non è così; la cotoina dà invece oltre al suo derivato acetilico un prodotto di condensazione, di cui ci occuperemo più avanti, e perciò anche dalla cotoina purissima si ottengono nel trattamento coll' anidride acetica ed acetato sodico due differenti sostanze.

Noi abbiamo operato nel modo seguente: 50 gr. della cotoina di E. Merck vennero bolliti a ricadere per 5 ore con 150 gr. d' anidride acetica e 50 gr. di acetato sodico fuso. Il prodotto, distillato a b. m. a pressione ridotta onde eliminare l' eccesso di anidride acetica, dà un residuo semisolido, che si riprende alcune volte con una soluzione di carbonato sodico per poi in fine farlo cristallizzare dall' alcool bollente. Come s' è detto, in questo modo si ottengono due sostanze, la cui separazione riesce facilmente soltanto per quella che si forma in maggiore quantità, cioè per l' acetato di cotoina. Impiegando una quantità sufficiente di alcool, noi scioglievamo il prodotto di 50 gr. di cotoina in circa mezzo litro di alcool

ordinario bollente, si separa per raffreddamento da principio soltanto l'acetato di cotoina in grossi cristalli privi di colore, che fondono a 91-92°, mentre l'altro composto rimane ancora in soluzione. Peró per ulteriore riposo e massime concentrando il liquido, ai cristalli senza colore si aggiungono degli altri, colorati debolmente in giallo, che fondono a 142°.

La completa separazione di questi ultimi dall' acetato di cotoina non é facile e riesce soltanto per selezione meccanica. A questo scopo si ridiscioglie il miscuglio nell' alcool e si lascia raffreddare lentamente in un luogo tranquillo la soluzione non troppo concentrata; cosí facendo sulla massa dei grossi cristalli di acetato di cotoina si vedono deporsi singoli prismi allungati di colore giallo, che si possono poi, dopo avere tolto il liquido, separare dai primi con la pinzetta. La sostanza cosí ottenuta, che si purifica ulteriormente per ripetute cristallizzazioni dall' alcool, é anche essa un acetato, ma deriva da un prodotto di condensazione formatosi dalla cotoina e dall' acido acetico.

L' acetato di cotoina, che é il maggior prodotto della reazione, ha una composizione corrispondente alla formola:

$$C_{18}H_{16}O_6.$$

I. 0,2120 gr. di sostanza dettero 0,5134 gr. di CO_2 e 0,0978 gr. di H_2O.
II. 0,2062 gr. di sostanza dettero 0,4979 gr. di CO_2 e 0,0920 gr. di H_2O.
III. 0,2794 gr. di materia dettero 0,6756 gr. di CO_2 e 0,1265 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato			calcolato per la formola $C_{18}H_{16}O_6$
	I.	II.	III.	
C	66,05	65,85	65,94	65,85
H	5,12	4,95	5,03	4,88.

Questa formola viene confermata dalla determinazione del peso molecolare eseguita nell' apparecchio di Beckmann in soluzione acetica:

Concentrazione	Abbassamento	Peso molecolare trovato	Peso molecolare calcolato
1,1761	0°,140	327	328.
2,3662	0°,277	333	

La formola di Iobst e Hesse non corrisponde dunque neppure in

questo caso alle nostre analisi. Essi trovarono per l'acetato di cotoina un punto di fusione poco diverso dal nostro, cioè 94°, ma la loro analisi, che sta in buon accordo con la formola da essi proposta, differisce sensibilmente dalle nostre:

	trovato da Iobst e Hesse	calcolato per $C_{22}H_{15}O_3(C_2H_3O_2)_3$
C	66,53	66,66
H	5,02	4,76 .

La ragione di questa differenza non è davvero facile a spiegarsi e noi ci rinunciamo tanto più facilmente, non essendo questo il primo caso in cui i nostri risultati non s' accordano con quelli di Iobst e Hesse.

L'acetato di cotoina fonde, come s' è detto, a 91-92°; non si scioglie nell'acqua ed è solubile nell'acido acetico, nell' etere, nel cloroformio e nell'alcool bollente. Col cloruro ferrico non dà colorazioni e neppure coll'acido nitrico. L'acido solforico concentrato lo scioglie con colorazione gialla.

I cristalli di questa sostanza, che si ottengono facilmente bene sviluppati, sono stati studiati dal Prof. G. B. Negri di Genova, che gentilmente ci ha comunicato i risultati delle sue misure. Essi sono i seguenti:

Sistema cristallino : triclino.

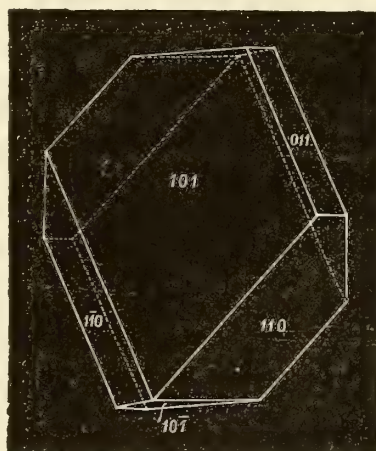
$a : b : c = 1,57020 : 1 : 0,70751$

$A = 83°.11'$ . . . . $\alpha = 97°.34'$
$B = 108°.26'$ . . . . $\beta = 71°.17'$
$C = 88°.54'$ . . . . $\gamma = 93°.28'$

Forme osservate: (101), (110), $(1\bar{1}0)$, (011), $(\bar{1}01)$, (100), $(\bar{3}01)$.

Combinazioni osservate:

1. (101) (110) $(1\bar{1}0)$ (011) $(\bar{1}01)$. Fig. 1.
2. (101) (110) $(1\bar{1}0)$ (011) $(\bar{1}01)$ (100).
3. (101) (110) $(1\bar{1}0)$ (011) $(\bar{1}01)$ (100) $(\bar{3}01)$.

Fig. 1.

ANGOLI	MISURATI		CALCOLATI	n
	LIMITI	MEDIE		
110 : $\bar{1}10$	67°.12' — 67°.32'	67°.20'	*	10
$1\bar{1}0$: 101	63°.13' — 63°.43'	63°.33'	*	8
101 : 011	40°.58' — 41°.21'	41°.07'	*	8
110 : 101	75°.34' — 75°.41'	75°.38'	*	6
101 : $\bar{1}01$	46°.36' — 46°.44' ½	46°.40'	*	5
110 : $1\bar{1}0$	112°.30' — 112°.45'	112°.35'	112°.40'	4
011 : $\bar{1}10$	74°.56' — 75°.20'	75°.13'	75°.20'	6
101 : $\bar{1}\bar{1}0$	104°.16' — 104°.24'	104°.20'	104°.22'	4
$\bar{1}01$: $\bar{1}10$	91°.02' — 91°.09'	91°.05° ½	90°.59'	2
$\bar{1}01$: $\bar{1}\bar{1}0$	80°.09' — 80°.22'	80°.16'	80°.14' ½	4
011 : 110	56°.20' — 56°.24'	56°.23'	56°.33'	3
011 : $\bar{1}01$	43°.16' — 43°.20'	43°.18'	43°.12'	3
101 : 100	50°.57' — 51°.00'	50°.58' ½	50°.57'	2
100 : $1\bar{1}0$	54°.00' — 54°.10'	54°.05'	53°.56'	2
100 : 110	58°.34' — 58°.47'	58°.40' ½	58°.44'	2
$\bar{1}00$: $\bar{3}01$		43°.00'	42°.50'	1
$\bar{3}01$: $\bar{1}01$		39°.40'	39°.33'	1

Cristalli vistosi, privi di colore, trasparenti, quasi costantemente tabulari secondo (101) ed allungati un poco nella direzione [100], un solo cristallo si mostró tabulare secondo (110). Le facce di (101) sono sovente striate ed incavate a tramoggia.

Le forme (101), 110), ($1\bar{1}0$), (011), ($\bar{1}01$) esistono sempre nei cristalli osservati, mentre le (100), ($\bar{3}01$) sono rare e con facce subordinate.

È degno di nota che la pinacoide (011) si riscontra in tutti i cristalli con una sola faccia, mancando la parallela. Le facce di tutte le forme riflettono generalmente immagini semplici e distinte.

Per quante prove sieno state fatte, non fu possibile avvertire nessuna sfaldatura.

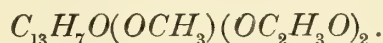
L' acetato di cotoina contiene *un solo ossimetile* come lo dimostra la seguente determinazione eseguita col metodo di Zeisel.

0,3850 gr. di sostanza dettero 0,2667 gr. di AgI.

In 100 parti:

trovato		calcolato per la formola $C_{17}H_{13}O_5(OCH_3)$
OCH_3	9,47	9,45.

Tenendo conto del fatto che nella cotoina é del pari contenuto un solo ossimetile, come dimostreremo più avanti, e della sua composizione, risulta che il presente composto acetilico é il *diacetato di cotoina:*

$$C_{13}H_7O(OCH_3)(OC_2H_3O)_2.$$

La cotoina contiene quindi due ossidrili liberi ed un gruppo ossimetilico.

Cotoina.

La saponificazione dell' acetato ora descritto richiede qualche cura, perché gli alcali alterano per azione prolungata la cotoina. Per avere un buon rendimento ed evitare per quanto é possibile l' alterazione del prodotto conviene operare in forte diluizione e rapidamente.

Noi abbiamo introdotto l' acetato a 10 gr. per volta in un litro d' acqua bollente, contenente la necessaria quantità di potassa. La liscivia si colora subito in giallo, che si fa sempre più carico; nello stesso tempo si avverte un odore, che ricorda quello dell' acetofenone. La colorazione e lo svolgimento di questa materia volatile sono più forti adoperando liscivie più concentrate. Dopo circa 15 minuti di viva ebollizione la sostanza s' é sciolta completamente e la reazione é compiuta. Si raffredda tosto il liquido e lo si acidifica con acido solforico diluito. Il precipitato, che subito si genera, é da principio oleoso, ma si rapprende dopo poco tempo, massime agitando il liquido, in una massa fioccosa colorata in giallo rossastro. Il prodotto, seccato a b. m., venne purificato agitandolo in soluzione eterea con nero animale e facendolo poi cristallizzare dal benzolo. — In questo modo si ottiene subito la cotoina pura, in forma di cristallini minuti, colorati in giallo, che fondono a 130-131°. Questo punto di fusione coincide, come si vede, con quello giá indicato in principio e l' analisi eseguita sul prodotto riottenuto dall' acetato conferma la formola dedotta dalle analisi fatte col materiale purificato per cristallizzazione.

0,1725 gr. di sostanza dettero 0.4344 gr. di CO_2 e 0,0780 gr. di HO_2.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{14}H_{13}O_4$
C	68,68	68,85
H	5,02	4,92.

La determinazione dell' ossimetile conferma poi la presenza d'uno solo di tali gruppi nella cotoina, dedotta già dalla composizione dell' acetato.

0,2250 gr. di sostanza dettero 0,2117 gr. di AgI.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{13}H_9O_3(OCH_3)$
OCH_3	12,41	12,70.

La cotoina fornitaci dalla casa E. Merck era dunque già relativamente più pura, di quella su cui operarono Iobst e Hesse. La ditta E. Merck di Darmstadt mette ora in commercio della cotoina purissima.

Le proprietà della cotoina, riottenuta dall' acetato, coincidono perfettamente con quelle descritte da Iobst e Hesse per il loro prodotto. La cotoina si scioglie facilmente nell' etere, nell' alcool, nel cloroformio, nell' etere acetico, nell' acetone ed a caldo nel benzolo; é invece poco solubile nell' acqua anche bollente ed insolubile nell' etere petrolico. Gli alcali caustici ed i carbonati alcalini la sciolgono facilmente con colorazione gialla e le soluzioni stando esposte all' aria si fanno a poco a poco brune. Per acidificazione si separa da questa la cotoina inalterata. La sua soluzione acquosa riduce lentamente dopo molto tempo il nitrato d' argento. Scaldando la cotoina col liquore di Fehling, il liquido da principio diventa verde e per prolungata ebollizione deposita poi il precipitato di protossido di rame.

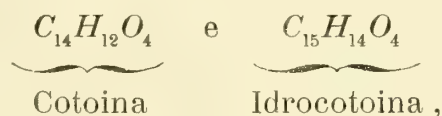
L' acetato piombico non precipita la soluzione acquosa di cotoina, l'acetato basico vi produce invece un precipitato giallo. Il cloruro ferrico dà una colorazione bruna con tendenza al violetto. L' acido nitrico scioglie lentamente la cotoina con colorazione rossastra, a caldo la soluzione é più rapida e la colorazione più intensa.

L' acido solforico scioglie a freddo la cotoina con colorazione gialla, riscaldando, il colore si fa più carico e tende in fine al rossastro, inoltre si avverte l' odore d' acido benzoico. Versando il liquido nell'acqua si ottiene un precipitato rossastro composto per la maggior parte d' acido ben-

zoico. Saturando con carbonato sodico ed estraendo il liquido rosso-bruno con etere, si ottiene un residuo, che ha l' odore dell' etere benzoico (forse proveniente da benzoato metilico formatosi nella reazione), il quale residuo ripreso con acqua e liberato per filtrazione dalla parte oleosa, dà tutte le reazioni della *floroglucina.* Noi abbiamo ottenuto quella col fuscello d'abete bagnato con acido cloridrico e quella con la soluzione di vanillina (1) ed abbiamo eseguito, pure con buon successo, la reazione di Weselsky (2) col nitrato d' anilina ed il nitrito sodico. In questa scomposizione non si formano però che minime quantità di floroglucina; oltre all' acido benzoico si ottiene principalmente una materia colorante rossastra.

Tenendo conto della composizione della cotoina e dei fatti ora descritti, e ricordando poi che Iobst e Hesse ottennero pure l' acido benzoico per scomposizione della cotoina con acido cloridrico e con la potassa fondente, si può con molta probalità dedurre la costituzione del prodotto principale della corteccia di *Coto.*

La cotoina ricorda nel suo comportamento chimico la cosidetta *idrocotoina*, che, in seguito ai nostri studi (3), è stata riconosciuta essere la benzoildimetilfloroglucina. Anche questa sostanza, come è noto, si scinde colla potassa fondente facilmente in acido benzoico, mentre l' altra parte della molecola rimane distrutta. Con gli acidi, cloridrico o solforico, si ottiene poi, oltre all' acido benzoico, del pari una materia colorante, che è senza dubbio un prodotto di condensazione del residuo floroglucinico. Comparando le formole della cotoina e della cosidetta *idrocotoina:*

$$\underbrace{C_{14}H_{12}O_4}_{\text{Cotoina}} \quad \text{e} \quad \underbrace{C_{15}H_{14}O_4}_{\text{Idrocotoina}},$$

si vede subito che la differenza consiste in un gruppo metilico, che la cotoina contiene in meno, ciò che sta in buona armonia colla presenza d' un solo ossimetile nella sua molecola. Per la sua grande somiglianza con l' etere dimetilico della benzoilfloroglucina (idrocotoina) la *cotoina* deve essere considerata come l' *etere monometilico della benzoilfloroglucina,* della

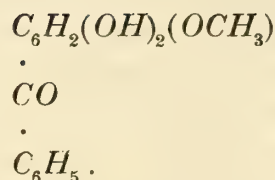
---

(1) *Lindt. Zeitschrift für analytische Chemie,* 26, pag. 260.

(2) *Berl. Ber.* 8, pag. 967 e 9, pag. 216. Vedi anche *Beilstein Handbuch der organischen Chemie,* 2° ediz. II, pag. 649.

(3) *Gazzetta chimica.* Vol. 22. II., pag. 461.

seguente costituzione:

$$C_6H_2(OH)_2(OCH_3)$$
$$\cdot$$
$$CO$$
$$\cdot$$
$$C_6H_5 .$$

La posizione dell' ossimetile rispetto agli altri due ossidrili liberi resterebbe ancora a determinarsi.

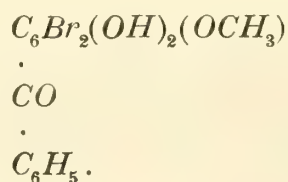
Bibromocotoina.

La nostra formola per la cotoina e la sua analogia coll' idrocotoina faceva prevedere l' esistenza d' un derivato monobromurato o bibromurato, ma non la formazione d' un composto contenente più di due atomi di bromo, perché per semplice trattamento con questo alogeno a temperatura ordinaria in simili composti avviene soltanto la sostituzione degli idrogeni appartenenti al radicale floroglucinico. La così detta tribromocotoina di Iobst e Hesse non dovea essere perciò che il derivato bibromurato, tenendo anche conto della semplificazione da noi apportata alla formola proposta da questi autori per la cotoina.

Noi abbiamo preparato la bromocotoina seguendo le indicazioni di Iobst e Hesse, trattando cioè a freddo 2 gr. di cotoina purissima, sciolta in 15 c. c. di cloroformio, con 0,9 c. c. (2,7 gr.) di bromo. Si svolge abbondantemente acido bromidrico e dopo lo spontaneo svaporamento del solvente rimane indietro una materia solida, colorata in giallo, che venne fatta cristallizzare dall' alcool. Si ottengono grossi cristalli prismatici privi di colore, che però stando sull' acido solforico od anche venendo compressi fra carta da filtro si trasformano in una polvere gialla, che fonde a 116°.

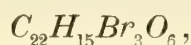
Iobst e Hesse non descrivono che il composto giallo, a cui attribuiscono il punto di fusione 114°.

La seguente determinazione di bromo dimostra trattarsi d' una *bibromocotoina* della formola:

$$C_6Br_2(OH)_2(OCH_3)$$
$$\cdot$$
$$CO$$
$$\cdot$$
$$C_6H_5 .$$

0,4102 gr. di materia, seccata nel vuoto sull' acido solforico fino a peso costante, dettero 0,3837 gr. di Ag Br.

In 100 parti:

trovato		calcolato per la formola $C_{14}H_{10}Br_2O_4$
Br	39,80	39,80.

Anche per la formola di questo composto, le analisi trassero in inganno i nostri autori, perché la coincidenza fra i numeri da loro trovati e quelli richiesti dalla loro formola:

$$C_{22}H_{15}Br_3O_6,$$

é buonissima.

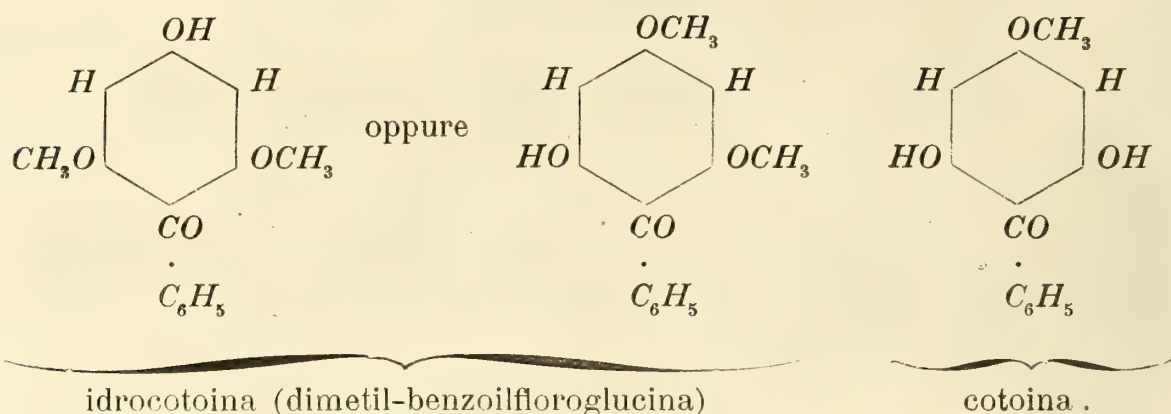
trovato da Iobst e Hesse		calcolato per $C_{22}H_{15}Br_3O_6$
C	42,54	42,92 pcto.
H	2,50	2,43 »
Br	39,07	39,02 »

Le proprietà della bibromocotoina corrispondono alla descrizione che Iobst e Hesse ne hanno dato. Si scioglie facilmente nell' etere, nel cloroformio e nell'alcool bollente, bollita con acqua dà un liquido rossobruno. Con cloruro ferrico si ottiene anche nella soluzione alcoolica di bibromocotoina una colorazione bruno-oscura. L' acido nitrico non la scioglie a freddo, a caldo la trasforma in una materia resinosa giallo-rossastra, che per prolungato riscaldamento scompare. L' acido solforico concentrato scioglie la sostanza con colorazione gialla, riscaldando il liquido si fa bruno emettendo vapori di acido benzoico.

Cotoinossima.

A differenza dell' idrocotoina, che sembra non potersi combinare coll' idrossilammina, la cotoina si trasforma con la massima facilità, già a freddo, in una monossima. Questo fatto potrebbe fare supporre che la presenza dell' ossimetile in posizione *orto* rispetto al carbonile chetonico impedisca la sostituzione dell' ossigeno col residuo ossimico. Facendo questa

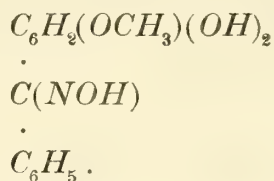
ipotesi si potrebbe ammettere nell' idrocotoina e nella cotoina la seguente disposizione degli ossimetili:

$C_6H_2(OH)(OCH_3)_2 \cdot CO \cdot C_6H_5$ (OH; H, H; CH_3O, OCH_3; CO; C_6H_5)	oppure	OCH_3; H, H; HO, OCH_3; CO; C_6H_5		OCH_3; H, H; HO, OH; CO; C_6H_5
idrocotoina (dimetil-benzoilfloroglucina)				cotoina.

La cotoina non dà che una monossima, perchè evidentemente soltanto la floroglucina libera è in grado di reagire coll' idrossilammina. La cotoina, che contiene il residuo floroglucinico in forma d' etere monometilico, si comporta in certo modo come un derivato della resorcina.

Per preparare la cotoinossima abbiamo trattato una soluzione di 1 gr. di cotoina in un eccesso di carbonato sodico con 2 gr. di cloridrato di idrossilammina. Il liquido giallo s' intorbida immediatamente e dopo poco tempo si separa una materia resinosa gialla, che si trasforma tosto in un precipitato cristallino colorato debolmente giallo per ebollizione della soluzione.

Questo venne fatto cristallizzare dall' alcool e poi dall' etere acetico e petrolico, impiegando quest' ultimo per precipitare la sostanza nel primo. Si ottengono squamette splendenti d' un colore che tende all' azzurrognolo.

La seguente determinazione d' azoto ne dimostra la composizione, che corrisponde alla formola:

$$C_6H_2(OCH_3)(OH)_2 \cdot C(NOH) \cdot C_6H_5 .$$

0,1584 gr. di sostanza dettero 7,9 cc. d' azoto, misurati a 19° e 760,5 mm.

In 100 parti.

	trovato	calcolato per la formola $C_{14}H_{13}NO_4$
N	5,71	5,41 .

La cotoinossima è solubile nell' alcool, nell' etere solforico ed acetico, non si scioglie invece nell' etere petrolico ed è poco solubile nell' acqua anche a caldo. Gli alcali caustici la sciolgono prontamente.

Dimetilcotoina.

Mentre l' idrocotoina, l' etere dimetilico della benzoilfloroglucina, si eterifica facilmente col joduro di metile, per dare il cosidetto dibenzoilidrocotone, cioè l' etere trimetilico della benzoilfloroglucina, non ci è stato possibile ottenere dalla cotoina nè quest' ultimo composto e neppure l' idrocotoina. La *dimetilcotoina* da noi preparata, per azione del joduro di metile sulla cotoina, è un *isomero* dell' etere trimetilico della benzoilfloroglucina.

Questo fatto non deve recare meraviglia, perchè è noto quali difficoltà si incontrino nella preparazione degli eteri della floroglucina (1) e della resorcina (2) impiegando i joduri alcoolici. Per preparare l' etere trimetilico della prima W. Will (3) è partito dal dimetilico, che ottenne a sua volta per azione dell' acido cloridrico gassoso sulla soluzione della floroglucina in alcool metilico. — Dell' etere dimetilico si passa poi facilmente, come ha dimostrato lo stesso W. Will, a quello trimetilico. Tutto ciò si comprende facilmente, perchè la dimetilfloroglucina, che non contiene più che un solo ossidrile libero, si comporta come un fenolo monoatomico, di cui è facile preparare l' etere corrispondente. Così pure si comporta l' idrocotoina; derivando essa da una floroglucina bimetilata, dà senza difficoltà, per azione del joduro di metile, l' etere trimetilico dalla benzoilfloroglucina. La cotoina invece contiene due ossidrili liberi, necessariamente in posizione *meta*, e presenta perciò nella eterificazione difficoltà simili a quelle che Herzig e Zeisel hanno dimostrato opporsi alla trasformazione della resorcina nei suoi eteri.

Noi abbiamo tentato, prima di tutto, di eterificare la cotoina con acido cloridrico gassoso in soluzione di alcool metilico, senza ottenere buoni risultati, principalmente perchè quest' acido scompone profondamente tutti questi derivati chetonici della floroglucina.

L' azione del joduro di metile, in presenza di potassa, dà, come era da prevedersi, un miscuglio complesso di diversi prodotti. Impiegando il primo in quantità corrispondente a due molecole per una di cotoina, non si ot-

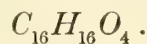
---

(1) Vedi Herzig e Zeisel: *Monatshefte für Chemie,* IX, 217 e 882.
(2) » » » : ibid. X, 147.
(3) *Berichte,* XXI, 603.

tiene che in minima parte sostanze completamente eterificate, la maggior parte del prodotto è solubile negli alcali e cristallizza soltanto parzialmente.

Noi abbiamo impiegato 10 gr. di cotoina sciolta in 40 cc. d' alcool metilico, che conteneva a sua volta 5 gr. di potassa deacquificata. A questa soluzione vennero aggiunti a freddo, in un apparecchio a ricadere, munito d' una colonna di mercurio sufficiente per rendere la pressione interna di cca. 40 cm. maggiore della esterna, 15 gr. di joduro di metile. Il riscaldamento a b. m., da principio molto moderato, venne portato in fine all' ebollizione. Il liquido che rimane intensamente colorato in bruno, contiene dei cristalli di joduro potassico. Ad operazione terminata si distilla l' alcool e si riprende il residuo con liscivia allungata di potassa, lasciandolo per qualche tempo in digestione alla temperatura di 50°. — La maggior parte del prodotto passa in soluzione, quella che rimane indietro si presenta, dopo essere stata cristallizzata dall' alcool, in tavolette rombiche che fondono a 132°, che non hanno nulla in comune coll' etere trimetilico della benzoilfloroglucina. La quantità di questo nuovo composto era però così esigua da non bastare per l' analisi. — La soluzione alcalina dà per acidificazione con acido solforico un precipitato brunastro, resinoso, che venne separato dal liquido acquoso e sciolto nell' alcool. Da questo solvente si separarono dei cristalli, che fondevano a 138°, però soltanto in piccola quantità (1-1,5 gr.). La seconda cristallizzazione (2,5 gr.) era assai più impura, tanto che non fu possibile utilizzarla; la parte maggiore del prodotto rimane sciolta nell' alcool e si ottiene per svaporamento di questo allo stato resinoso, ribelle a qualsiasi tentativo di purificazione.

I cristalli fusibili a 138° mantengono questo punto di fusione anche dopo ripetute cristallizzazioni dall' alcool ed assumono in fine l' aspetto di squamette d' un lieve coloro giallo.

Le analisi dettero numeri, che concordano con la formola:

$$C_{16}H_{16}O_4 .$$

0,1678 gr. di sostanza diedero 0,4358 gr. di CO_2 e 0,0896 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{16}H_{16}O_4$
C	70,83	70,59
H	5,93	5,88.

Il nuovo composto non contiene, come era da prevedersi, che *due os-*

simetili, dosabili col metodo di Zeisel:

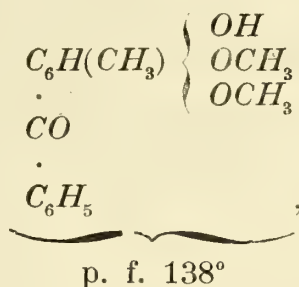
0,2486 gr. di sostanza dettero 0,4191 gr. di *AgI*.

In 100 parti:

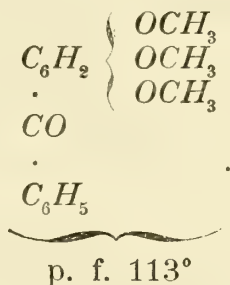
trovato		calcolato per la formola $C_{14}H_{10}O_2(OCH_3)_2$
OCH_3	22,24	22,83.

Siccome poi esso differisce dalla cotoina per due gruppi metilici, uno di questi deve essere necessariamente penetrato nel nucleo floroglucinico in sostituzione d' un atomo d' idrogeno aromatico. La formola di questa *dimetilcotoina* deve perció essere la seguente

$$C_6H(CH_3)\left\{\begin{array}{l}OH\\OCH_3\\OCH_3\end{array}\right.$$
$$\cdot$$
$$CO$$
$$\cdot$$
$$C_6H_5\,,$$

p. f. 138°

che rivela immediatamente come questo corpo sia un isomero dell' *etere trimetilico della benzoilfloroglucina:*

$$C_6H_2\left\{\begin{array}{l}OCH_3\\OCH_3\\OCH_3\end{array}\right.$$
$$\cdot$$
$$CO$$
$$\cdot$$
$$C_6H_5\,.$$

p. f. 113°

Il nuovo composto sará da chiamarsi *etere dimetilico della metilbenzoilfloroglucina.*

Esso é solubile nell' etere e nell' alcool, insolubile nell' acqua. Gli alcali lo sciogono con colorazione gialla. La sua soluzione idroalcoolica si colora in giallo bruno col cloruro ferrico. L' acido nitrico lo scioglie a debole calore con colorazione gialla; l' acido solforico con colorazione gialloros-sastra intensa; riscaldando il liquido perde il suo colore ed emette vapori d' acido benzoico.

L' acetato corrispondente si ottiene quantitativamente bollendo la dimetilcotoina con anidride acetica ed acetato sodico fuso. Dopo avere eliminato l' eccesso di anidride per distillazione a pressione ridotta e ripreso il residuo con acqua, si cristallizza quest' ultimo dall' alcool. L' acetato di dimetilcotoina si presenta in aghetti bianchi, che fondono a 150°.

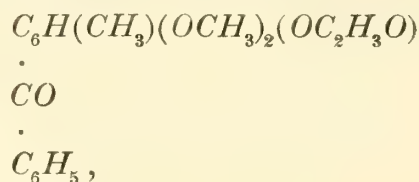
Il numero degli acetili è determinato dal seguente dosamento dell' ossimetile molto meglio che da un' analisi elementare.

0,1688 gr. di sostanza diedero 0,2569 gr. di *AgI*.

In 100 parti:

trovato	calcolato per la formola $C_{14}H_9O(OCH_3)_2(OC_2H_3O)$
OCH_3 20,07	19,74.

Esso ha dunque la seguente costituzione:

$$C_6H(CH_3)(OCH_3)_2(OC_2H_3O)$$
$$\cdot$$
$$CO$$
$$\cdot$$
$$C_6H_5,$$

e la sua formazione viene a confermare l' esattezza della formola della dimetilcotoina.

L' acetato di dimetilcotoina si scioglie nell' alcool e nell' etere; nell' acqua e negli alcali è insolubile, bollendolo con questi ultimi avviene saponificazione ed il liquido si tinge in giallo. Il cloruro ferrico non colora la sua soluzione idroalcoalica. L' acido nitrico ed il solforico danno reazione identiche e quelle che si ottengono colla sostanza madre.

La cotoina viene, come si vede, a compiere la serie degli eteri metilici della benzoilfloroglucina, che, tutti e tre, si rinvengono nelle corteccie di *Coto*:

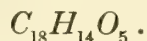
$C_6H_2(OCH_3)(OH)_2$	$C_6H_2(OCH_3)_2OH$	$C_6H_2(OCH_3)_3$
$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$
CO	CO	CO
$\cdot$	$\cdot$	$\cdot$
C_6H_5	C_6H_5	C_6H_5
Cotoina	Idrocotoina	Metilidrocotoina o Benzoilidrocotone.

Le due prime sostanze possono entrambe esistere in due forme isomeriche e perciò noi non possiamo affermare con certezza quale sia in esse la posizione degli ossimetili rispetto al gruppo benzoilico; la terza invece non permette simili isomerie e la sua costituzione non può essere che una sola. Non per tanto il Sig. O. Hesse scoprì nelle cortecce di Coto una sostanza, del tutto simile alla trimetilbenzoilfloroglucina ordinaria, che fonde a 115° invece che a 113° e che inoltre avrebbe un aspetto diverso da quello di quest' ultima. Per cercare di risolvere questa questione noi abbiamo preparato sinteticamente la trimetilbenzoilfloroglucina partendo dall' etere trimetilico della floroglucina e condensandolo, in soluzione benzoilica, col cloruro di benzoile in presenza di cloruro di zinco. In questo modo si ottiene realmente la metilidrocotoina completamente identica a quella naturale, il punto di fusione del prodotto artificiale è però 115°. — I cristalli di questo vennero esaminati dal nostro amico il Prof. G. B. Negri ed egli trovò che essi erano di due specie; una forma monoclina identica a quella della metilidrocotoina ordinaria ed una forma trimetrica, che più raramente si riscontra nel prodotto naturale. Ciò fa supporre che la trimetilbenzoilfloroglucina sia dimorfa, perchè sarebbe difficile dare altrimenti una soddisfacente spiegazione di questo fatto. Noi però non vogliamo per ora pronunciarci definitivamente in proposito ed attendiamo per farlo che siano compiute le ricerche del Prof. G. B. Negri e le nostre.

Esame del prodotto di condensazione, che si ottiene dalla Cotoina per azione dell'anidride acetica.

(*etere monometilico della diossifenilcumarina*).

Più sopra abbiamo fatto menzione di una sostanza cristallizzata in aghi gialli, che si forma assieme al diacetato di cotoina. Questo composto è esso pure un acetato d' un prodotto di condensazione della cotoina coll' acido acetico. I cristalli gialli, separati meccanicamente da quelli privi di colore dell' acetilcotoina, vennero fatti cristallizzare più volte dall' alcool; formano degli aghi lunghi o dei prismi splendenti, d' un colore giallo pallido e fondono, come s' è gia detto, a 142°.

L' analisi fatte con preparati diversi dettero numeri che conducono alla formola:

$$C_{18}H_{14}O_5 .$$

I. 0,2094 gr. di sostanza dettero 0,5310 gr. di CO_2 e 0,0872 gr. di H_2O.
II. 0,2026 gr. di sostanza dettero 0,5140 gr. di CO_2 e 0,0840 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato		calcolato per la formola $C_{18}H_{14}O_5$
	I.	II.	
C	69,16	69,19	69,68
H	4,62	4,61	4,51.

La coincidenza fra i numeri trovati e quelli dedotti dalla formola, non é, come si vede, troppo buona, ma pure noi crediamo, per ragioni che esporremo più tardi, che il composto abbia la formola suindicata. È assai verosimile supporre che la sostanza non sia stata sufficientemente pura perché la sua separazione dall' acetato di cotoina non é facile ad effettuarsi.

Con la formola adottata sta in buon accordo la quantità di ossimetile dosata col metodo di Zeisel, ammettendo la presenza d'uno solo di questi gruppi nel composto in questione.

0,3258 gr. di sostanza dettero 0,2547 gr. di AgI.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{17}H_{11}O_4(OCH_3)$
OCH_3	10,00	10,00.

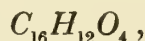
Questo composto é solubile nell' etere e nell' alcool, insolubile nell' acqua e nei carbonati alcalini. Bollito con gli alcali caustici viene saponificato. Col cloruro ferrico la sua soluzione idroalcoolica si colora in giallo bruno, massime a caldo, aggiungendo una goccia d' acido cloridrico la colorazione scompare. L' acido nitrico scioglie la sostanza con colorazione bruna, per aggiunta d' acqua si ottiene una materia dello stesso colore. L' acido solforico dà una soluzione intensamente gialla, che non si modifica col riscaldamento; diluendo con acqua il liquido perde il suo colore e rimane limpido.

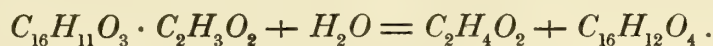
Supponendo che i cristalli, che fondono a 142°, siano l' acetato di una nuova sostanza, abbiamo tentato di saponificarli, per ottenere il composto fondamentale. La reazione riesce infatti bollendo l' acetato con potassa a ricadere. La liscivia si colora in giallo bruno ed emette un odore, che ricorda quello dell' acetofenone. Il liquido alcalino venne poi acidificato con acido solforico, che produce la separazione d' una materia fioccosa.

Questa fu raccolta su filtro e la soluzione, dopo essere stata neutralizzata nuovamente, venne svaporata a secco per andare alla ricerca dell' *acido acetico* che doveva essere in essa contenuto. Distillando il residuo con

acido solforico, si ottenne realmente un liquido acido, in cui si potè provare l'esistenza di acido acetico nel modo consueto. Il prodotto della saponificazione, cristallizzato ripetutamente dall'alcool acquoso, fonde a 207°.

La sua composizione dovrebbe corrispondere alla formola:

$$C_{16}H_{12}O_4,$$

ammettendo che la saponificazione sia avvenuta secondo l'uguaglianza:

$$C_{16}H_{11}O_3 \cdot C_2H_3O_2 + H_2O = C_2H_4O_2 + C_{16}H_{12}O_4 .$$

Anche questo prodotto non dette all'analisi numeri sufficientemente esatti, ma pure crediamo che la formola da noi proposta sia la vera.

0,1972 gr. di sostanza dettero 0,5219 gr. di CO_2 e 0,0816 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{16}H_{12}O_4$
C	72,17	71,64
H	4,60	4,48 .

Il dosamento dell'ossimetile dette invece numeri soddisfacenti.

0,3148 gr. di sostanza dettero 0,2770 gr. AgI.

In 100 parti:

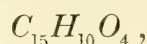
	trovato	calcolato per la formola $C_{15}H_9O_3 \cdot OCH_3$
OCH_3	11,61	11,57 .

La nuova sostanza è insolubile nell'acqua, solubile nell'alcool, nell'etere, negli alcali caustici ed a caldo anche nei carbonati alcalini. Queste ultime soluzioni sono colorate in giallo. Il cloruro ferrico dà con la soluzione idroalcoolica una colorazione giallo bruna. Con gli acidi solforico e nitrico la nuova sostanza si comporta come l'acetato da cui fu ottenuta.

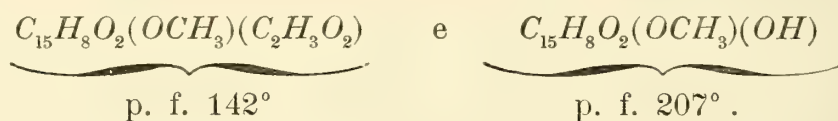
Nel dosare l'ossimetile col metodo di Zeisel, tanto nell'acetato fusibile a 142°, che nella sostanza madre, che fonde a 207°, abbiamo osservato, dopo terminata l'operazione, la separazione d'una materia, cristallizzata in aghetti, dal liquido, che resta nel palloncino in cui viene eseguita la scomposizione coll'acido jodidrico.

Questi cristalli sono in entrambi i casi gli stessi e fondono, dopo conveniente purificazione, a 233-234°. Questo comportamento, che non abbiamo riscontrato finora in nessuna delle sostanze provenienti dalle corteccie di Coto, che vengono tutte profondamente decomposte dell' acido jodidrico bollente, ci ha permesso di ottenere allo stato di perfetta purezza il composto fondamentale, di cui le due sostanze ora descritte, devono considerarsi quali derivati. Difatti è molto probabile, che le materie, che rendono impure le dette due sostanze e ne alterano la composizione, vengano distrutte dall' acido jodidrico; questo modo di saponificazione condurrebbe perciò direttamente, partendo tanto dall' uno che dall' altro prodotto, alla vera sostanza madre, scevra da ogni altra impurità. L' acido jodidrico elimina il metile dal composto fusibile a 207°, ed il metile e l' acetile contemporaneamente, dall' altro, che fonde a 142°.

Noi abbiamo operato nel preparare il composto fondamentate nel modo che si suole seguire nella determinazione dell' ossimetile col metodo di Zeisel; 2 gr. dell' acetato, fusibile a 142°, vennero bolliti a ricadere con 30 c. c. d' acido jodidrico, dal punto d' ebollizione 127°. Dopo poco tempo si avverte, oltre ai vapori di joduro metilico, l' odore d' acido acetico e di acetofenone. L' operazione si compie in circa mezz' ora e dopo questo tempo si versa il contenuto del pallone nell' acqua. La sostanza, che si separa in aghetti, venne lavata con anidride solforosa e fatta cristallizzare dall' alcool, aggiungendo alla soluzione calda alcune goccie d' acqua. Si ottengono così aghetti bianchi, sottillissimi, che fondono, come s' è detto, a 233-234°. Il rendimento è buonissimo.

La composizione del prodotto corrisponde alla formola:

$$C_{15}H_{10}O_4,$$

ed i due composti menzionati avranno perciò probabilmente la seguente costituzione:

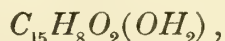
$$\underbrace{C_{15}H_8O_2(OCH_3)(C_2H_3O_2)}_{\text{p. f. } 142^\circ} \quad \text{e} \quad \underbrace{C_{15}H_8O_2(OCH_3)(OH)}_{\text{p. f. } 207^\circ}.$$

0,1580 gr. di sostanza dettero 0,4096 gr. di CO_2 e 0,0600 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{15}H_{10}O_4$
C	70,70	70,86
H	4,22	3,94.

È solubile nell' alcool, massime a caldo, e nell' etere, insolubile nell' acqua. Si scioglie facilmente negli alcali e nei carbonati alcalini con colorazione gialla intensa; da queste soluzioni gli acidi riprecipitano la sostanza. Col cloruro ferrico si ottiene in soluzione idroalcoolica una colorazione giallo bruna, che scompare per aggiunta d'acido cloridrico. Cogli acidi solforico e nitrico il nuovo composto si comporta come l' acetato, che fonde a 142°.

Esso conterrà senza dubbio due ossidrili liberi:

$$C_{15}H_8O_2(OH_2),$$

e questa formola viene confermata dall'esistenza del *diacetato*, $C_{15}H_8O_2(C_2H_3O_2)_2$, che si ottiene facilmente per ebollizione con anidride acetica ed acetato sodico. Dopo avere eliminato l' eccesso di anidride e ripreso il residuo con carbonato sodico, si fa cristallizzare la parte insolubile dall' alcool. L' acetato si presenta in aghi bianchi, che fondono a 183°.

L' analisi corrisponde alla suindicata formola,

0,2134 gr. di sostanza ne dettero 0,5278 di CO_2 e 0,0814 di H_2O.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{19}H_{14}O_6$
C	67,45	67,45
H	4,24	4,14,

che venne confermata dalla seguente determinazione del peso molecolare eseguita col metodo di Raoult in soluzione acetica:

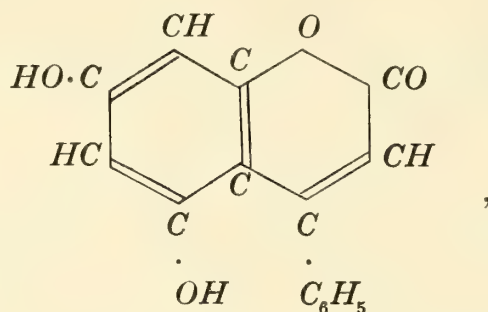
Concentrazione	Abbassamento	Peso molecolare trovato	Peso molecolare calcolato
1,0510	0°,125	328	338.

L' acetato é insolubile negli alcali ma viene saponificato per ebollizione con essi. Dà, in genere, le stesse reazioni della sostanza primitiva.

Fino a questo punto del lavoro noi credevamo sempre che la sostanza della formola:

$$C_{15}H_8O_2(OCH_3)(OH),$$

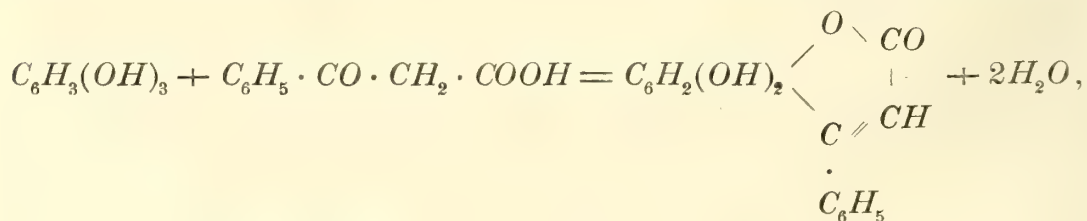
fusibile a 207° fosse un prodotto naturale che s'accompagna alla cotoina nella vera corteccia di Coto. Recentemente peró comparve un lavoro di St. von Kostanecki e Weber (*), i quali autori, per determinare la costituzione della *crisina*, prepararono dalla floroglucina e dall' etere benzoilacetico la *m-diossifenilcumarina*,

```
           CH        O
  HO·C  /    \  C  /   \  CO
       |       ||       |
  HC   |       ||       | CH
        \    /  C  \   //
           C          C
           ·          ·
          OH         C6H5
```
,

che é identica al composto da noi ottenuto per azione dell'acido jodidrico sulla sostanza che fonde a 207°. Di fatti il prodotto proveniente dalla floroglucina cristallizza come il nostro dall'alcool diluito in aghi bianchi, che fondono a 233-234°, mentre von Kostanecki e Weber trovarono il punto di fusione a 234-235°. Il diacetato preparato da noi fonde a 183° e quello della diossifenilcumarina a 181°.

La sostanza da noi ricavata dalla cotoina della sopraindicata formola, che fonde a 207°, non é dunque altro che l'*etere monometilico della m-diossi-β-fenilcumarina*, in cui rimane ancora incerta la posizione dell'ossimetile.

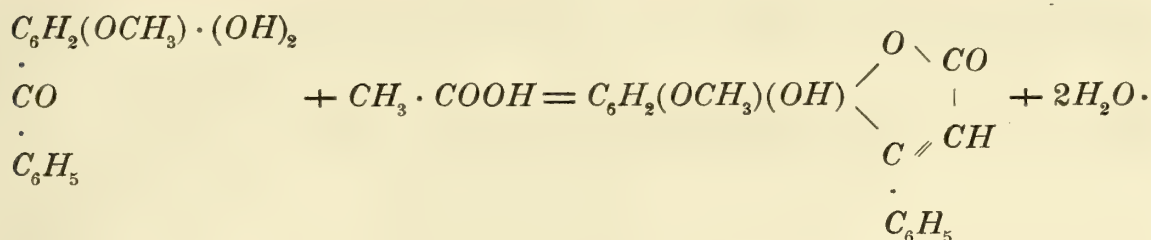
Questa inattesa coincidenza fece tosto nascere in noi il sospetto che il derivato cumarinico, che noi avevamo ottenuto dalla cotoina per azione dell'anidride acetica, fosse non un prodotto naturale, ma bensí una sostanza formatasi per azione della stessa anidride e dell'acetato sodico sulla cotoina, che non é altro che l'etere metilico della benzoilfloroglucina.

Sapendosi che la diossifenilcumarina si produce per condensazione della floroglucina coll'etere dell'acido benzoilacetico secondo la uguaglianza:

$$C_6H_3(OH)_3 + C_6H_5 \cdot CO \cdot CH_2 \cdot COOH = C_6H_2(OH)_2 \begin{matrix} \diagup O \diagdown CO \\ \quad\quad | \\ \diagdown C \mathbin{/\!/} CH \\ \cdot \\ C_6H_5 \end{matrix} + 2H_2O,$$

era naturale il supporre che un analogo processo potesse avvenire riscal-

(*) *Berichte*, XXVI, pag. 2906.

dando la metilbenzoilfloroglucina (cotoina) con anidride acetica ed acetato sodico. La reazione potrebbe in questo secondo caso compiersi nel seguente modo:

$$\begin{array}{l} C_6H_2(OCH_3)\cdot(OH)_2 \\ \cdot \\ CO \\ \cdot \\ C_6H_5 \end{array} + CH_3\cdot COOH = C_6H_2(OCH_3)(OH)\begin{array}{l} / O \diagdown CO \\ \qquad\quad | \\ \diagdown C /\!\!/ CH \\ \quad \cdot \\ \quad C_6H_5 \end{array} + 2H_2O\cdot$$

E realmente la formazione dell' etere metilico della diossifenilcumarina deve essere così interpretata, perchè la cotoina greggia, fornitaci dalla casa E. Merck *non contiene* questa sostanza. Per convincerci di ciò abbiamo bollito la cotoina commerciale con acido jodidrico, che scompone profondamente la cotoina formando acido benzoico. Se fosse stato presente l'etere cumarinico che fonde a 207°, esso avrebbe dovuto fornirci la cumarina che fonde a 335°. Noi non abbiamo ottenuto invece altro che acido benzoico. La controprova la trovammo poi nel comportamento della cotoina purissima, cioè di un campione di cotoina riottenuta dal suo diacetato. Anche da questo prodotto, come dalla cotoina del commercio, ritornò a formarsi oltre al diacetato, che fonde a 91-92°, anche l'altro composto che cristallizza in aghi gialli e fonde a 142°.

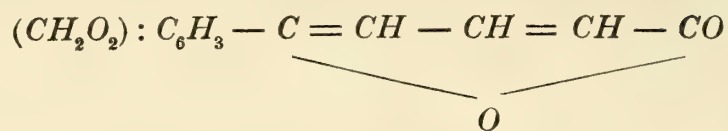
Queste esperienze dimostrano anco una volta l' esattezza della formola di costituzione da noi proposta per la cotoina ed indicano inoltre un mezzo per determinare la natura chimica di altri prodotti naturali.

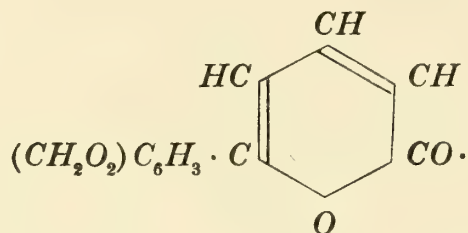
Noi crediamo ad es. che la *maclurina* sia un derivato del benzofenone perchè essa pure dà coll' anidride acetica ed acetato sodico un prodotto di condensazione in luogo d' un semplice poliacetato.

Diremo in fine che ci riserviamo lo studio della cosidetta *Dicotoina* con cui sarebbe compiuta la serie delle sostanze scoperte fin' ora nella corteccia di *Coto* ed aggiungeremo che in seguito a certe esperienze, di cui faremo parola in altra occasione, abbiamo potuto confermare la formola della *Paracotoina*, da noi recentemente annunciata con riserva. Questo interessante composto, ha realmente la composizione da noi già attribuitagli:

$$C_{12}H_8O_4,$$

e la sua costituzione potrebbe essere la seguente:

$$(CH_2O_2) : C_6H_3 - \underbrace{C = CH - CH = CH - CO}_{O}$$

ossia quella d' una *biossimetilenfenilcumalina*:

$$\begin{array}{ccccc} & & CH & & \\ & HC & & CH & \\ (CH_2O_2)\,C_6H_3 \cdot C & & & & CO \cdot \\ & & O & & \end{array}$$

Questa supposizione, che noi naturalmente pubblichiamo con la più grande riserva, darebbe ragione di tutti i fatti finora descritti, la di cui discussione ci sembra ancora alquanto prematura.

Bologna, 12 Gennaio 1894.

METODO RAZIONALE

DIFFERENTE DAGLI ANTICHI E DAI MODERNI STESSI DI APPROSSIMAZIONE

INTORNO ALLE EPOCHE D'EGUAGLIANZA DEL TEMPO SOLARE AL TEMPO MEDIO E DELLE MASSIME LORO DIFFERENZE

MEMORIA

del Prof. Cav. ANTONIO SAPORETTI

(Letta nella Sessione Ordinaria del 28 Gennaio 1894)

Si puó forse asserire che fino dalla famosa Opera di Astronomia di Keplero (1609) gli Astronomi Matematici si diedero a trattare di queste epoche solamente con mezzi di approssimazione. A farcelo conoscere sufficiente cosa é il percorrere fra i molti lo Schübert, il Delambre, il Santini, il Brünnow del 1864, il Gruey del 1885.

Noi per brevità accenneremo soltanto le cose dette intorno a ció dal Gruey nel Cap. III (Leçons d'Astronomie. Paris 1885). Da queste si trae la

$$F(t) = t_m - t_v = A - L$$

espressa da

$$(1) \ldots \quad \begin{aligned} F(t) = \left(2e - \frac{e^4}{4}\right)\operatorname{sen}(L-P) + \frac{5}{4}e^2 \operatorname{sen} 2(L-P) + \cdots\cdots \\ - \operatorname{tang}^2\frac{\omega}{2}\operatorname{sen}2\lambda + \frac{1}{2}\operatorname{tang}^4\frac{\omega}{2}\operatorname{sen}4\lambda + \cdots\cdots \end{aligned}$$

ove $F(t)$ esprime *l'equazione del tempo*, cioè la differenza fra il tempo medio t_m ed il tempo solare *vero* t_v; A l'ascensione retta del sole (*vero*); L la longitudine media del sole (*Fittizio*); e l'eccentricità dell'orbita terrestre; ω l'obbliquità dell'eclittica; P la longitudine del perielio; λ la longitudine del sole (*vero*).

Siccome il Gruey nota essere e quantità piccolissima e che la L si può tenere con grande approssimazione, *egli lo dice*, eguale alla λ, così

per approssimazione riduce la (1) alla

$$F(t) = 2e \operatorname{sen}(\lambda - P) - \operatorname{tang}^2\frac{\omega}{2} \operatorname{sen} 2\lambda$$

come si vede alla pag. 138, l. 14, (Gruey).

Noi giudichiamo che non si possa ammettere in generale che le proprietà di un fatto siano del tutto identiche a quelle di un altro fatto, ancorchè per poco l'uno dall'altro differisca, ed è perciò che avuto sempre speciale riguardo al mio insegnamento cattedratico universitario ho quest'anno dato opera a trattare la questione delle epoche nominate coi dati completi e senza minimamente discendere a vie di approssimazione. Senza dubbio con questi dati completi, rappresentanti la 1ª questione e cioè la ricerca delle epoche, in cui il tempo solare (*vero*) riesce eguale al tempo medio di uso comune, civilmente parlando, non riuscii mai alla loro determinazione, essendo i dati forniti da quantità in parte algebriche razionali e in parte trascendenti, che involvono una stessa quantità incognita (la E) come si può vedere, il che forse ha impedito agli astronomi matematici di ritrovare la via diretta.

Dopo inutili tentamenti mi diedi a studiare la seconda quistione e cioè a trattare delle epoche delle massime differenze fra il tempo solare (*vero*) e il tempo medio e potei intuire la determinazione dell'equazione di risoluzione coi dati completi, equazione, che, come dissi, è stata solamente determinata in via di approssimazione, sia dagli antichi, sia dai moderni.

E finalmente mi fu dato di completare la risoluzione anche rispetto alla 1ª quistione, alle epoche cioè di eguaglianza del tempo solare (*vero*) al tempo medio, perciocchè con la stessa determinata equazione delle epoche delle massime differenze fra il tempo solare (*vero*) e il tempo medio, collegata con la condizione *finita* della stessa eguaglianza, si perviene al detto completamento.

I dati completi sono i seguenti

(2) . . . . $$F(t) = A - L;$$

(3) . . . . $$\operatorname{tang} A = \cos\omega \operatorname{tang}\lambda;$$

(4) . . . . $$\lambda = P + v;$$

(5) . . . . $$L = P + M;$$

(6) . . . . $$\frac{1 - e^2}{1 + e\cos v} = 1 - e\cos E;$$

(7) . . . . $$M = E - e\operatorname{sen} E$$

come si vedono, specialmente, nei trattati moderni di Astronomia, ed ove oltre alle superiori indicazioni delle quantità

$$F(t)\,;\ A\,;\ L\,;\ e,\ P,\ \lambda$$

fa d' uopo dichiarare essere v l' anomalia (*vera*) apparente del sole; M l' anomalia (*media*) del *Sole Fittizio*; E l' anomalia detta *centrale*, legata con l' anomalia (*media*) per mezzo della (7).

A queste si possono per semplicità dei calcoli unire le formole, tratte dalla (6) e cioè

$$(8)\ \ldots\ldots \qquad \cos v = \frac{\cos E - e}{1 - e\cos E}\,;$$

$$(9)\ \ldots\ldots \qquad \operatorname{sen} v = (1 - e^2)^{\frac{1}{2}} \frac{\operatorname{sen} E}{1 - e\cos E}\,.$$

È evidente che per l' esistenza delle epoche, tanto dell' eguaglianza dei tempi solari veri ai tempi medii (*solari*), quanto delle massime differenze loro, deve sussistere la comune equazione

$$\frac{dF}{dE} = \frac{dA}{dE} - \frac{dL}{dE} = 0 \qquad \text{oppure} \qquad \frac{dA}{dE} = \frac{dL}{dE}$$

necessaria e sufficiente per le massime differenze, mentre riesce soltanto sufficiente e necessario il complesso di questa e della (7) suddetta (*condizione finita*) per l' eguaglianza dei tempi, (*solari veri, solari medii*).

Ed in vero per le epoche delle massime differenze deve essere

$$\frac{dF}{dE} = \frac{dA}{dE} - \frac{dL}{dE} = 0$$

e perciò *solamente*

$$\frac{dA}{dE} = \frac{dL}{dE}$$

mentre per le epoche dei tempi eguali suddetti deve essere

(10) . . . . $$A = L;$$

(11) . . . . $$\frac{dA}{dE} = \frac{dL}{dE}$$

formanti l' accennato complesso.

Consideriamo adunque la condizione comune

(11) . . . . $$\frac{dA}{dE} = \frac{dL}{dE},$$

per la quale si é assunta la E per variabile cosi detta *principale*, perché dalle equazioni superiori (2)-(7) s' intuisce essere questa *la via più diretta.*

Si ha pertanto in 1.° luogo $\frac{dA}{dE} = \frac{dA}{d\lambda} \cdot \frac{d\lambda}{dE} \cdots$ a cagione della (3) e a cagione della (4) si ha

(12) . . . . $$\frac{dA}{dE} = \frac{dA}{d\lambda} \cdot \frac{dv}{dE},$$

mentre dalla (3) stessa si trae

(13) . . . . $$\frac{dA}{\cos^2 A} = \cos\omega \frac{d\lambda}{\cos^2\lambda}; \qquad \frac{dA}{d\lambda} = \frac{\cos\omega \cos^2 A}{\cos^2\lambda}$$

e dalla (6) oppure dalle (8), (9) si ottiene *facilmente*

(14) . . . . $$\frac{dv}{dE} = \frac{(1-e^2)^{\frac{1}{2}}}{1 - e\cos E};$$

ed in 2°. luogo dalle (5) e (7) si ricava

(15) . . . . $$\frac{dL}{dE} = \frac{dM}{dE} = 1 - e\cos E.$$

Sostituendo nella (11) le espressioni delle (12)-(15) si ha la fondamentale

(16) . . . . $$h^2 \cos^2 A = \cos^2 \lambda (1 - e \cos E)^2$$

posto per semplicità

$$(1 - e^2)^{\frac{1}{2}} \cos \omega = h^2 > 0 .$$

A questa *risolvente* si dovrebbero unire le (3), (4), (5), (6), (7) le quali 6 funzioni sono fra le 6 incognite

$$A, \lambda, E, v, L, M.$$

Senza occuparmi della determinazione di tante incognite, mi sono dato alla determinazione della E, come quella, che é *involuta* fra quantità puramente algebriche razionali e quantità trascendenti, eliminando A, λ, per mezzo delle (3), (4), (6). Infatti dalla (3) si ha

$$\cos^2 A = \frac{1}{1 + \operatorname{tang}^2 A} = \frac{\cos^2 \lambda}{\cos^2 \lambda + \cos^2 \omega \operatorname{sen}^2 \lambda}$$

e la (15) si trasforma nella

(17) . . . . $$(\cos^2 \lambda + \cos^2 \omega \operatorname{sen}^2 \lambda)(1 - e \cos E)^2 = h^2.$$

Dalle (4), (8), (9) si traggono da prima le

$$\cos \lambda = \cos P \cos v - \operatorname{sen} P \operatorname{sen} v$$

$$\operatorname{sen} \lambda = \operatorname{sen} P \cos v + \cos P \operatorname{sen} v$$

e poscia

$$\cos \lambda = \frac{(\cos E - e) \cos P - (1 - e^2)^{\frac{1}{2}} \operatorname{sen} P \operatorname{sen} E}{1 - e \cos E}$$

$$\operatorname{sen} \lambda = \frac{(\cos E - e) \operatorname{sen} P + (1 - e)^{\frac{1}{2}} \cos P \operatorname{sen} E}{1 - e \cos E}$$

con le quali la (17) si cangia nella

(18) . . . . $$\alpha^2(x - e)^2 + \beta^2(1 - x^2) - h^2 = \gamma(x - e)\sqrt{(1 - x^2)}$$

supposto

(19) . . . . $$x = \cos E$$

e per semplicità posto

$$\alpha^2 = \cos^2 P + \operatorname{sen}^2 P \cos^2 \omega$$

$$\beta^2 = (\operatorname{sen}^2 P + \cos^2 P \cos^2 \omega)(1 - e^2)$$

$$\gamma = (1 - e^2)^{\frac{1}{2}} \operatorname{sen} 2P \operatorname{sen}^2 \omega \,.$$

Quadrando e riducendo si ottiene la *risolvente* di 4.° grado rispetto la incognita $x = \cos E$

(I) $$px^4 + qx^3 + rx^2 + sx + t = 0$$

ponendo

$$g = \alpha^2 - \beta^2, \quad l = e^2\alpha^2 + \beta^2 - h^2$$

ed essendo in tal modo

(II) $$\begin{cases} p = g^2 + \gamma^2 \,; \quad q = -2e(\alpha^2 g + \gamma^2) \\ r = 2gl + 4e\alpha^2 - \gamma^2(1 - e^2) \,, \quad s = 2e(\gamma^2 - 2\alpha^2 l) \,, \quad t = l^2 - e^2\gamma^2 \,. \end{cases}$$

Trattata questa coi noti dati dalle contemplazioni celesti, almeno col calcolo logaritmico trigonometrico si otterrebbero sempre per x ossia per $\cos E$ 4°. valori reali, corrispondenti a 4°. massime differenze, due in eccesso e due in difetto, fra i tempi solari (*veri*) e i tempi medii (*del sole Fittizio*).

Dai 4°. valori di $x = \cos E$ facilmente dalla $A = L$, condizione di eguaglianza fra i suddetti due generi di tempi, si trarranno i valori per le

epoche delle suddette 4ª. eguaglianze, essendo che dalla (5) combinata con la (7) si ha

$$A = P + M = P + E - e \operatorname{sen} E$$

pienamente determinabile.

Ad altro tempo forse spero che mi venga dato di analizzare la questione delle suddette epoche sotto agli altri elementi, almeno in parte, se non totalmente.

QUINTO CONTRIBUTO

ALLA CONOSCENZA

DELLA MICROFAUNA TERZIARIA ITALIANA

MEMORIA

DEL

CAV. DOTT. CARLO FORNASINI

(Letta nella Sessione del 26 Novembre 1893).

(CON TRE TAVOLE)

> « Spesso dobbiamo contentarci di sapere
> « quello che una cosa non è, riuscendo più
> « facile di convincere il falso, che dimostrare
> « il vero ».
>
> « GALILEO ».

Allorchè, pubblicando recentemente alcune note intorno a una piccola collezione di foraminiferi delle marne messinesi studiata nel 1863 da Seguenza (1), feci voto perchè la illustrazione di un materiale più abbondante venisse ad accrescere le nostre cognizioni sulla fauna microscopica di quella classica località, non prevedevo che un tale voto sarebbe stato così presto esaudito, e che io stesso avrei potuto essere l' autore della desiderata illustrazione. Ciò debbo alla cortesia del Prof. Francesco Bassani, direttore del Museo Geologico della R. Università di Napoli, il quale volle gentilmente affidarmi la revisione di una raccolta di foraminiferi delle marne messinesi fatta da Oronzio Gabriele Costa, da questi studiata (2) e conservata nel sopra nominato Museo, revisione che credo debba riescire tanto più interessante, inquantochè il Costa, come è noto,

---

(1) Mem. Acc. Sc. Ist. Bologna, anno 1893.

(2) I tubetti sono per la maggior parte saldati alla lampada, e portano, gommata all' esterno, una piccola etichetta collo scritto di Costa. Inoltre, essi non sono numerati, nè in modo alcuno ordinati; cosicchè l' ordinamento che riscontrasi nella presente memoria è fatto da me, ed è informato, per quanto era possibile, al lavoro di Costa.

è autore di una memoria sui « Foraminiferi fossili della marne terziarie di Messina » (1).

Una parte del materiale della collezione inviatami dal Prof. Bassani si trova di fatto illustrato in essa memoria; ma, mentre da un lato vediamo conservati parecchi esemplari che furono dall' autore descritti nella prima parte e figurati (spesso, a dire il vero, malamente) nelle tavole I e II, dobbiamo pur troppo notare che non tutte le specie illustrate sono rappresentate nella collezione, ed è sopratutto deplorevole che in questa manchino tutti gli esemplari di cristellarie e frondicularie descritti nella seconda parte della memoria e figurati nella tavola III. Era d' altronde intenzione del Costa di pubblicare una monografia molto più estesa su questo argomento, come risulta dalle parole che leggonsi a pagina 128 (2): « dichiarando innanzi tempo che esso (il lavoro) non dee tenersi che come un saggio »; e a pagina 143 (3) « riservando le molte altre (dentaline) per la proposta *Monografia* ».

Ma qualunque sia il rapporto tra la collezione Costa e la memoria pubblicata che la illustra, io qui mi limito all' esame accurato e minuto delle specie inviatemi dal Prof. Bassani, aggiungendovi la revisione di una piccola collezione di foraminiferi di Messina, conservata pure nel Museo di Napoli, e studiata da Seguenza, come quella di Bologna, nel 1863

PARTE 1.ª — **NODOSARIE**

Genere **Glandulina** d' Orbigny.

I.

« *Nodosaria pygmaea* (*Glandulina*) ». — Il tubetto racchiude un solo esemplare, incompleto, del quale presento il disegno nella qui unita tavola I (figura 1). Si tratta evidentemente di quella varietà allungata della *Nodosaria laevigata* d' Orb. che si suole distinguere col nome di *Nod. aequalis* Reuss sp., e della quale ho trattato particolarmente nel volume V del Bollettino della Società Geologica Italiana.

L' etichetta porta inoltre l' indicazione « tav. II, fig. 21 » la quale non risponde alle figure della memoria sui foraminiferi di Messina, e probabilmente si riferiva alla monografia più estesa che l' autore si era proposta (4).

---

(1) Memorie dell'Accademia delle Scienze di Napoli, vol. II, 1855 (1857), pag. 127-147, tav. I, II; pag. 367-373, tav. III.

(2) Pagina 2 dell' estratto.

(3) Pagina 17 dell' estratto.

(4) Su parecchie delle etichette leggonsi le citazioni delle tavole e delle figure; ma io mi

Genere **Nodosaria** Lamarck.

II.

« *Nodosaria bacillum* Defr. ». — Il tubetto contiene due esemplari, uno dei quali è assai incompleto; presento il disegno dell' altro nella qui unita tav. II (fig. 51).

L' autore tratta di questa specie a pagina 8 (num. 1) della memoria sopra Messina e la illustra nella relativa tav. I (fig. 7, capovolta). L' esemplare della collezione (quello di cui do il disegno) non pare lo stesso che fu figurato dall' autore, essendo il primo molto più corto del secondo, il quale raggiungeva 22 millimetri di lunghezza (1).

La *Nod. bacillum* di Defrance fu già sino dal 1866 identificata da Rupert Jones, Parker e Brady (Foram. Crag) col *Nautilus raphanistrum* di Linneo. Trovasi poi splendidamente illustrata nella monografia di Silvestri.

III.

« *Nodosaria mutabilis.* Tav. I, fig. 1 ». — Due esemplari, di cui uno simile a quello del quale è parola qui sotto, a proposito della *Nod. siphunculoides.* L' altro esemplare è incompleto, ed è quello stesso che trovasi figurato dall' autore nella memoria sopra Messina, come è indicato nel cartellino. Ne do il disegno nella qui unita tav. I (fig. 46). Costa descrive la specie a pagina 8 e 9 (num. 2) della citata memoria.

Si tratta evidentemente di quella varietà che suole distinguersi col nome di *Nod. obliqua* Linné sp., intendendovi comprese tutte quelle forme curve, a segmenti cilindrici o subcilindrici, ornate di coste più o meno numerose e robuste, le quali costituiscono un gruppo che da un lato si collega strettamente colle *Nod. raphanistrum* e *raphanus,* dall' altro colla *N. vertebralis.* È su questo concetto che ho basato le considerazioni esposte nel mio lavoro sulla *N. obliqua* pubblicato due anni or sono, accennando pure in esso lavoro alla incertezza che tuttavia si possiede intorno ai ca-

---

asterrò dal farne cenno, ogniqualvolta esse non si riferiscano alla memoria pubblicata, o altre ragioni non lo richiedano. Ometto parimente la misura degli esemplari, la quale trovasi pure indicata su molte delle etichette.

(1) Potrebbe darsi che l' esemplare maggiore della collezione rappresentasse la parte inferiore di quello figurato da Costa. È certo peraltro che il frammento che lo accompagna nel tubetto non appartiene ad esso, e quindi che qualche cosa è andato perduto.

ratteri della forma tipica linneana, quale ci si presenta nell' esemplare figurato da Gualtieri (1).

IV.

« *Nodosaria mutabilis* var. — Tav. I, fig. 2 ». — Un esemplare incompleto, e uno completo. Il primo è simile a quello di cui è parola nel paragrafo precedente. L' esemplare completo è quello stesso che fu figurato da Costa nella memoria sopra Messina, come è indicato nella scheda. Ne presento il disegno nella qui unita tav. 1 (fig. 48). La sua leggera incurvatura induce a riferirlo alla *Nod. obliqua* (v. § III).

V.

« *Nodosaria abbreviata.* Tav. I, fig. 3 ». — Tre esemplari, due incompleti e uno completo. Dei due primi, l' uno è simile a quello di cui è parola nel paragrafo III, e perciò lo riferisco alla *N. obliqua;* l' altro, sebbene leggermente curvo, è troppo simile all' esemplare completo per poterlo separare da esso (v. la mia tav. I, fig. 45). Quest' ultimo poi è probabilmente quello stesso che fu figurato dall' autore nella memoria sopra Messina, come è indicato sul cartellino. Nel testo di detta memoria, la fig. 3 (tav. I) è descritta come *Nod. contracta* (pag. 9, num. 4), mentre la *N. abbreviata* (num. 3) non è accompagnata da figure. Del resto, qualunque sia il nome datogli da Costa, io presento nella mia tav. I (fig. 44) il disegno di quell' esemplare; donde risulta evidente che esso è da riferirsi alla *Nod. raphanus* Linné sp. — Questa specie trovasi illustrata nella monografia di Silvestri coi nomi di *N. raphanus* e *N. scalaris* d' Orb.

VI.

« *Nodosaria siphunculoides* (*Dent. acuta* d' Orb. affinis?) ». — Un solo esemplare, di cui presento il disegno nella tav. I (fig. 49). Da questo facilmente si rileva che trattasi di una forma simile tutt' affatto a quelle che ho rappresentate colle figure 1, 2 e 3 nel lavoro sulla *Nod. obliqua* (v. § III). L' autore ha scritto inoltre sull' etichetta « tav. II, fig. 3 » ma questa indicazione non risponde alla memoria sopra Messina. In questa, la *N. siphunculoides* è descritta alle pagine 9 e 10 (num. 5) ed è figurata

---

(1) La *N. mutabilis* fu illustrata da Costa anche nella « Paleontologia del Regno di Napoli » (parte 2ª, pag. 150, tav. XIII, fig. 1).

nella tav. I (fig. 27). Quanto poi alla *Dentalina acuta* di d'Orbigny (Foram. Vienna), di cui Costa riconosce l'affinità colla sua specie, può dirsi che é anch' essa inseparabile dalla *N. obliqua* (1).

VII.

« *Nodosaria deiscens.* Tav. I, fig. 6 ». — L'unico esemplare incompleto racchiuso nel tubetto é quello stesso che servi all' autore per fondare la specie, che fu da esso figurata nella memoria sopra Messina, conforme all' indicazione che leggesi sul cartellino, e descritto a pagina 13 (num. 9) di detta memoria. Ne presento il disegno nella mia tav. I (fig. 50). Evidentemente si tratta della *N. raphanistrum* (v. § II).

VIII.

« *Nodosaria inflata.* Tav. I, fig. 18 ». — Due esemplari, gli stessi che infatti vedonsi figurati nella memoria relativa a Messina, giusta l' indicazione scritta sulla scheda. Nel testo di essa memoria, la specie é descritta a pagina 13 (num. 10), e la forma che é riprodotta dalla fig. 17 vi é pure descritta come varietà. Dei due esemplari credo utile dare il disegno nella mia tav. I (fig. 41, 42). Essi rappresentano, se non erro, la porzione iniziale della *Nod. raphanus* (v. § V). Sulla scheda leggesi inoltre « vedi Paleont. del Regno ». Infatti la *N. inflata* é illustrata anche in quest' ultima opera (parte 2ª, pag. 153, tav. XIII, fig 4).

IX.

« *Nodosaria* ». — Un solo esemplare, di cui presento il disegno nella tav. I (fig. 43). È la *N. raphanus* (v. § V).

X.

« *Nodosaria.* Tav. I, fig. 16 ». — Un solo esemplare, che riproduco nella qui unita tav. I (fig. 39), e che é quello stesso che fu figurato da Costa nella memoria relativa a Messina, giusta all' indicazione che trovasi sul cartellino. È singolare che mentre su questo l'autore non ha scritto il nome specifico, nel testo di detta memoria egli descrive la fig. 16

---

(1) La *N. siphunculoides* di Costa fu già indicata da Brady (Foram. Chall.) fra i sinonimi della *N. obliqua.*

della tav. I come *N. annulata* Reuss (pag. 13, num. 11). Io non conosco altra *N. annulata* di Reuss che quella illustrata nel lavoro sui fossili del cretaceo di Boemia (1845-46), varietà non costata, e che non ha nulla a che fare coll' esemplare delle marne messinesi. Il tipo dell' apertura, la delicatezza degli ornamenti, la inferiorità delle dimensioni, mi inducono a distinguere questa forma dalla *N. raphanus*, mentre la scarsità delle coste e la minore convessità dei segmenti mi decidono a distinguerla dalla *N. scalaris* Batsch sp., e a designarla col nome di *Nodosaria Bassanii* (1).

XI.

« *Nodosaria* ». Due esemplari, che riproduco nella tav. I (fig. 38,40). L' uno di essi, il più piccolo, è affatto simile a quello di cui è parola nel paragrafo precedente. L' altro se ne scosta alquanto per la sua forma meno subcilindrica; ma l' insieme degli altri caratteri non mi permette di separarlo dalla stessa specie, la *Nod. Bassanii* (v. § X), denominazione che intendo così destinata a indicare un gruppo di forme intermedie fra la *N. raphanus* e la *N. scalaris* Batsch sp.

XII.

« *Nodosaria compressa* ». — Un frammento costituito da tre segmenti. Lo riproduco nella tav. I (fig. 32) e mi astengo dal determinarlo specificamente. In realtà, non vedo affatto giustificato l' epiteto specifico dato da Costa.

XIII.

« *Nodosaria trilocularis* (*N. semistriata*) ». — Questa seconda denominazione è scritta sopra una etichetta gommata a tergo di quella su cui leggesi la prima. La indicazione « tav. II, fig. 12, 14, 15 » che l'accompagna non risponde alla memoria edita intorno a Messina, nella quale vedonsi indubbiamente riprodotti nelle fig. 4 e 7 (capovolte) due dei quattro esemplari racchiusi nel tubetto. Di questi presento il disegno nella mia tav. I (fig. 33, 34, 35, 37), e li riferisco alla *Nod. proxima* della monografia di Silvestri, meno l' ultimo (fig. 37), che ritengo piuttosto inseparabile dalla *N. scalaris* Batsch sp. — Nel volume VII del Bollettino della Società

(1) Avrei dedicata questa specie a Costa, se Schwager (Kar Nikobar) non avesse già dato il nome di *N. Costai* a una forma appartenente al gruppo della *N. farcimen* Soldani sp. (non Silvestri).

Geológica Italiana ho dimostrata la tendenza della *N. proxima* ad assumere la forma *marginulina*.

XIV.

« *Nodosaria subaequalis*. Tav. I, fig. 5 ». — Un solo esemplare, quello stesso che fu figurato dall' autore nella memoria sopra Messina, e che io riproduco dal vero nella qui unita tav. I (fig. 2). Nel testo di detta memoria esso è descritto a pagina 14 (num. 13), ed io tenendo calcolo del diritto di priorità (1), lo riferisco alla *Nod. ambigua* Neugeboren, dalla quale credo non si possa separare. Nel mio lavoro intorno ad alcuni minuti lagenidi del Catanzarese ho dimostrato, figurando cinque esemplari, quanta sia la variabilità di questa specie, variabilità che già risultava evidente dalle figure di Neugeboren. Nel detto mio lavoro, ho distinto un esemplare col nome di « var. *subaequalis* Costa » riferendomi a una delle figure della monografia di Silvestri; ma l' esame dell' esemplare su cui Costa fondò la sua specie non mi permette assolutamente la conservazione di tale varietà.

XV.

« *Nodosaria gomphoides*. Tav. I, fig. 11 ». — Sei esemplari di quella forma che d' Orbigny (1826) designò col nome di *Nod. glabra* citando una figura di Soldani, e che Silvestri (1872) dimostrò all' evidenza essere inseparabile da una specie elegantemente ornata che egli denominò *Nod. monilis*. Questa nodosaria fu illustrata da Silvestri nelle sue forme diritte; ma essa era già stata distinta da d' Orbigny (1846) anche nelle sue forme curve, col nome di *Dentalina adolphina*. E siccome non ammettiamo che la curvatura dell' asse sia carattere sufficiente per una separazione generica, ne consegue che essendo costanti gli altri caratteri, la priorità di nomenclatura della specie spetta a d' Orbigny. Pertanto gli esemplari della collezione Costa sono da riguardarsi come forme liscie della *Nod. adolphina* d' Orbigny sp. Di due di essi presento il disegno nella mia tav. I (fig. 14, 15). Quello riprodotto nella fig. 14 è probabilmente lo stesso che fu illustrato da Costa nella memoria su Messina, conforme alla citazione scritta sulla scheda (2).

---

(1) La memoria di Neugeboren sopra gli sticosteghi di Ober Lapugy fu pubblicata nel 1856, mentre quella di Costa sui foraminiferi di Messina, sebbene facente parte del volume dell' Accademia di Napoli per il 1855, pure non vide la luce che nel 1857. Ciò risulta dalla « Bibliography of the Foraminifera » di C. D. Sherborn.

(2) Sulla scheda sta scritto « Paleont. del Regno ». Questa indicazione si riferisce forse alla

XVI.

« *Nodosaria hispida* d'Orb. (varietates): Tav. I, fig. 10 ». — Sette esemplari, tra i quali quello che fu figurato dall' autore nella memoria relativa a Messina, secondo la indicazione scritta sul cartellino. Vedasi la fig. 16 della mia tav. I. La *Nod. hispida* d'Orb. è descritta nel testo di detta memoria a pag. 14 (num. 14). Trovasi pure illustrata nella « Paleontologia », nella monografia di Silvestri, ecc.

XVII.

« *Nodosaria hispida* (varietates) ». — Cinque esemplari, due dei quali riproduco nella tav. I (fig. 17, 18) a dimostrare quanto sia variabile in questa specie la distanza che separa il corpo dei segmenti (v. § XVI).

XVIII.

« *Nodosaria*. Tav. I, fig. 9 ». — Un solo esemplare incompleto, di cui presento il disegno nella qui unita tav. I (fig. 3). Si tratta evidentemente di una forma vicinissima, se non identica, a quella riprodotta dall' autore nella tav. I (fig. 9') della memoria sopra Messina. Nel testo di questa memoria, la fig. 9' è descritta, insieme alle fig. 8 e 9, come *Nod. ovularis* (pag. 15, num. 15). Ora le fig. 8 e 9 sono da riferirsi alla *N. radicula* Linné sp. (1), mentre la fig. 9' rappresenta la *N. inflexa* Reuss, fossile nell' argilla a septarie di Germania e tuttora vivente (Brady: Foram. Chall.) (2).

XIX.

« *Nodosaria bilocularis*. Tav. I, fig. 14 ». — Un solo esemplare incompleto (vedasi la qui unita tav. I, fig. 5), lo stesso che l'autore ha figurato (capovolto) nella memoria relativa a Messina, conforme all' indicazione scritta sul cartellino. Si tratta probabilmente dell' ultima porzione di un

---

Nod. scabriuscula (tav. XVI, fig. 6), che appare molto vicina alla *N. adolphina;* giacchè la *Dentalina gomphoides* (tav. XXVII, fig, 24, 25) non ha a che fare con essa.

(1) È notevole come a Costa non sia sfuggita l'affinità tra la sua *N. ovularis* e la *N. radicula* quale fu intesa veramente da Linneo, cioè quella specie che è sinonimo della *N. soluta* di Reuss.

(2) Debbo osservare incidentalmente come sia da riferirsi alla *N. inflexa* anche la forma che ho riprodotta nella tavola « Foram. plioc. del Ponticello di Sàvena, 1891 » col nome di *N. soluta* (fig. 15).

esemplare di *Nod. farcimen* Soldani sp. (non Silvestri; v. Brady: Foram. Chall.).

XX.

« *Nodosaria gracillima* ». — Due esemplari, i quali, come risulta dalle fig. 6 e 21 della qui unita tav. I, sono da riferirsi a due diverse specie. L'una di esse (fig. 6) é liscia e appartiene al tipo della *Nod. farcimen* Sold. sp. (non Silvestri); l'altra possiede tracce di coste ed è da ritenersi inseparabile da quella forma che distinguo più sotto (v. § XXVII) col nome di *N. pleura* Costa sp. — La *N. gracillima* figurata nella « Paleontologia del Regno » (tav. XVI, fig. 22) è probabilmente la *N. ovicula* d'Orbigny.

Genere **Dentalina** d'Orbigny.

XXI.

« *Dentalina mutabilis* ». — Due esemplari incompleti (ne riproduco uno nella tav. I, fig. 47) della medesima specie che l'autore illustra nella memoria su Messina col nome di *Nodosaria mutabilis* (v. §§ III e IV). È quindi la *N. obliqua* Linné sp. — L'avere usato per la stessa specie i due termini generici prova ancora una volta la insussistenza del termine *Dentalina* in significato generico.

XXII.

« *Dentalina mutata* ». — Un solo esemplare, che riproduco nella tav. I (fig. 28). Lo riferisco alla *Nodosaria fissicostata* Gümbel sp. (1870) delle formazioni eoceniche nordalpine.

XXIII.

«*Dentalina clavata* ». — Un solo esemplare, che, come si vede nella mia tav. I (fig. 36), è quello stesso che fu figurato dall'autore nella memoria sopra Messina (tav. I, fig. 29). La specie trovasi semplicemente citata a pag. 17 di detta memoria. — Si tratta di una forma curva della *Nod. scalaris* Batsch sp., la quale fu già riccamente illustrata da Silvestri col nome di *N. longicauda* d'Orb.

XXIV.

« *Dentalina irregularis* ». — Dodici esemplari di *Nodosaria obliquata* Batsch sp. Ne riproduco due (forme *A* e *B*) nella mia tav. I (fig. 30, 31). Di questa specie ho trattato nel volume IX del Bollettino della Società Geologica Italiana. — La *D. irregularis* è semplicemente citata a pag. 17 della memoria relativa a Messina, ed è illustrata nella « Paleontologia del Regno » (parte 2ª, pag. 166, tav. XII, fig. 23).

XXV.

« *Dentalina irregularis* ». — Quattro esemplari di *Nodosaria obliquata*, tutti di forma *A* (v. § precedente).

XXVI.

« *Dentalina arundinacea*. Tav. I, fig. 26 ». — Un solo esemplare incompleto (v. la mia tav. I, fig. 13), che è quello stesso che fu figurato da Costa nella memoria su Messina, conforme alla indicazione che sta sul cartellino. Nel testo di essa memoria, la specie è semplicemente citata a pag. 17. — Non è altro che un frammento di *Nodosaria ovicula*, una delle specie fondate da d'Orbigny (1826) su figure di Soldani. Essa trovasi illustrata nella monografia di Silvestri col nome di *N. farcimen*, nome che presentemente si applica ad altra specie. — Sul cartellino leggonsi inoltre le parole: « affine alla *semiplicata* d'Orb. »; ora, quest'ultima (Foram. Vienna) è ornata, e quindi assai diversa dalla *N. ovicula*.

XXVII.

« *Dentalina pleura*. Tav. I, fig. 20 ». — Un solo esemplare (v. la mia tav. I, fig. 22), quello stesso che fu figurato da Costa nella memoria su Messina, secondo la citazione scritta sulla etichetta. Nel testo di essa memoria, la specie è semplicemente citata a pag. 17. — È assai prossima alla *Nodosaria catenulata* Brady (Chall.), dalla quale parrebbe differire per non avere le coste acute e laminari. Per la rotondità delle coste medesime e pei contorni, ricorda la *Nod. cruciformis* Terrigi (1891, Via Appia antica). Ma quand'anche la *N. pleura* fosse da identificarsi con una di queste due specie, rimarrebbe sempre a Costa la priorità di nomenclatura, avendo egli nel 1857 dato della sua, figura e denominazione.

XXVIII.

« *Dentalina scripta?* d' Orb. ». — Dieci esemplari, appartenenti parte al tipo liscio e parte al tipo costato; nessuno riferibile alla specie orbignyana del bacino di Vienna. Nel testo della memoria su Messina, l' autore cita semplicemente la *D. scripta* (pag. 17), coll' aggiunta delle parole « mancano le strie piccole ed interrotte ». Evidentemente, se mancano le strie, non si tratta più della *D. scripta*. Se si osservano le fig. 7, 8, 9, 24 della qui unita tav. I, le quali rappresentano quattro degli esemplari racchiusi in questo tubetto, si rileverà facilmente che ci troviamo in presenza: 1° della *Nodosaria farcimen* Soldani sp. (1); 2° di quella varietà di essa, a suture più o meno oblique all' asse, che si suole distinguere col nome di *Nod. communis* d' Orb. (Brady: Chall.); 3° di una forma gracile, a coste delicate, che riferisco alla *N. pungens* Reuss sp., fossile nel terziario di Germania, e trovata anche da Hantken (1875) negli strati a *Clavulina Szabói* di Buda.

XXIX.

« *Dentalina triquetra* ». — Un solo esemplare, di cui do i contorni nella tav. I (fig. 20). È semplicemente citata a pag. 17 della memoria su Messina. Non é altro che la *Nodosaria vertebralis* Batsch sp.; anzi corrisponde interamente alla forma rappresentata da Brady (Chall.) colla fig. 35 della tav. LXIII.

XXX.

« *Dentalina nodosa* d' Orb. ». — Un solo esemplare incompleto (v. la mia tav. I, fig. 23). È ornato di coste delicate, quindi non ha a che fare colla *D. nodosa* d' Orb. della creta bianca (1840), che é liscia. Lo riferisco alla *Nodosaria pungens*, di cui é parola al paragrafo XXVIII. — Nel testo della memoria su Messina, la specie é citata a pag. 17, coll' aggiunta di « Par. » (Parigi). Ció non lascia alcun dubbio sulla forma cretacea a cui si riferisce Costa, dubbio che puó sorgere qualora si consideri l' esistenza di un' altra *D. nodosa*, fondata da d' Orbigny (1826) su figura di Soldani. Ma anche questa é costata, e nel tempo stesso diversa dalla *N. pungens* (2).

---

(1) Nel tubetto esiste inoltre un frammento identico a quello di cui è parola al § XX (tav. I, fig. 6). — Le fig. 33 e 36 (tav. I) della memoria di Costa relativa a Messina ricordano assai due degli esemplari di cui do il disegno (tav. I, fig. 8 e 9).

(2) La *D. nodosa* d' Orb. (liscia) è illustrata anche nella « Paleontologia del Regno ».

XXXI.

« *Dentalina aequalis* ». — Tre esemplari. Dai disegni che presento di essi nella tav. I (fig. 11, 19, 29) facilmente si rileva che trattasi di tre specie ben diverse, e cioè: 1° della *Nodosaria annulata* Reuss (per la quale certamente va intesa la determinazione di Costa); 2° della *Nod. vertebralis* Batsch sp. (v. § XXIX); 3° della *N. skobina* Schwager (1866, Kar Nikobar). Quest' ultima specie trovasi illustrata nella monografia di Silvestri (1872) col nome di *N. marginulinoides*. — La *D. aequalis*, nella memoria su Messina, è semplicemente citata a pag. 17.

XXXII.

« *Dentalina inornata* d' Orb. », — Sedici esemplari, riferibili in parte al tipo liscio (v. la mia tav. I, fig. 10 e 12) e in parte al tipo costato (fig. 26 e 27). Dei primi, alcuni hanno suture oblique (*Nodosaria communis* d' Orb.), altri suture prevalentemente normali all'asse (*N. annulata* Reuss). Vedansi i §§ XXVIII e XXXI. — Per le due forme ornate di coste, credo di non andare errato riferendone una (fig. 27) alla *N. seminuda* Reuss sp. (1849) del bacino di Vienna, dalla quale è molto probabilmente inseparabile la *Dent. semilaevis* Hantken (1875) degli strati a *Clavulina Szabói* di Buda; e l' altra alla *Nod. pungens* (v. § XXVIII). — La *D. inornata* non è citata a pag. 17 della memoria su Messina; vi è bensì indicata la *D. communis* d' Orb. (« Parigi ») della quale è sinonimo. Nelle tavole poi di essa memoria, trovo che la fig. 35 della tav. I, sebbene senza spiegazione, ricorda assai la mia fig. 10 della tav. I.

XXXIII.

« *Dentalina incerta*. — *Nodosaria pyrula* ». — Due frammenti, l' uno appartenente al tipo liscio (v. la mia tav. I, fig. 4), l' altro al tipo costato (fig. 25). La denominazione di *N. pyrula* si riferisce evidentemente al primo frammento, che parmi la porzione estrema di un esemplare di *Nod. radicula* Linné sp. (non Brady), di cui è sinonimo la *N. soluta* Reuss (v. § XVIII). Il secondo frammento pare rappresenti la porzione estrema di un esemplare di *N. pungens* (v. § XXVIII).

PARTE 2.ª — **NODOSARINE VARIE**

Genere **Nodosaria** Lamarck.

XXXIV.

« *Nodosaria subcostata* ». — Una diecina di esemplari, la maggior parte di *Nod. obliquata* (v. § XXIV), tra i quali uno completo, che riproduco nella qui unita tav. II (fig. 5) (1). Vi osservo inoltre un esemplare di *N. skobina* (v. § XXXI) e uno di *N. obliqua* Linné sp. Quest' ultimo, come si rileva dalla fig. 7 della mia tavola II, presenta alla estremità posteriore quella forma di rigonfiamento che riscontrasi spesso nella *Marginulina costata* e che osservasi anche in uno degli esemplari di cui sarà parola nel paragrafo seguente (tav. II, fig. 18), che per il tipo dell' apertura riferisco appunto al genere *Marginulina*.

XXXV.

« *Nodosaria siphunculoides* (accedit) ». — Una diecina di esemplari completi e incompleti, riferibili parte alla *Nod. obliquata,* parte alla *N. obliqua* e parte alla *Marginulina costata* Batsch sp. (Brady: Chall.). Di *N. obliqua* (la *N. siphunculoides,* come dimostrai al § VI, ne è sinonimo) riproduco un frammento a coste numerose (tav. II, fig. 8) e un esemplare completo (fig. 9). Quest' ultimo presenta due particolarità: l' una si riferisce alle coste che offrono in grado massimo il carattere della interruzione; l'altra riguarda la estremità posteriore che ricorda assai quella di certi esemplari di *Marg. costata* (v. § precedente). Al quale proposito, credo inoltre opportuno di riprodurre (tav. II, fig. 18) anche un esemplare di quest'ultima specie, di forma assai allungata, che rappresenta un termine di passaggio alla *N. obliqua.*

XXXVI.

« *Nodosaria spinulosa. — N. citrullus. — N. cultrata* ». — Quattordici esemplari di *Marginulina*, riferibili alla *M. costata* Batsch sp. e alla sua varietà *M. spinulosa* Costa sp., della quale ho trattato recentemente nella citata revisione della piccola collezione Seguenza del Museo di Bologna. —

---

(1) Ricorda la fig. 5 (tav. II) della memoria di Costa su Messina.

La *Nod. spinulosa* e sue varietà sono descritte da Costa a pag. 11 e 12 (num. 8) della memoria su Messina, e figurate nella relativa tav. I (fig. 28). La varietà *cultrata* non è altro che la *Marg. costata* (v. la mia tav. II, fig. 19). La *M. spinulosa* è variabilissima nell' aspetto, come può vedersi nelle fig. 22 e 23 della mia tav. II.

Il tubetto contiene inoltre una dozzina di esemplari completi e incompleti di nodosarie, le quali tutte, meno una che è costata, sono riferibili alla *N. farcimen* e alla sua varietà *N. communis* (v. tav. II, fig. 1 e 2). L' esemplare costato è troppo affine a quelli che ho determinati per *N. pungens* Reuss sp. (v. §§ XXVIII, XXX, XXXIII) perchè lo possa separare da essi.

XXXVII.

« *Nodosaria constricta* (an *cultratae* varietas) ». — Quattro esemplari, uno dei quali riproduco nella tav. II (fig. 21). È più che giustificato il dubbio dell' autore che la *N. constricta* sia una varietà della *cultrata*, poichè tanto l' una che l' altra evidentemente non sono che sinonimi della *Marginulina costata* (v. § precedente).

XXXVIII.

« *Nodosaria pusilla* ». — Due esemplari di *Marginulina*. Nella memoria sopra Messina, la specie trovasi descritta a pag. 16 (num. 2) col nome di *Glandulina pusilla*, ed è figurata nella relativa tav. II (fig. 2, capovolta). Confrontisi la mia tav. II, fig. 24. — La riferisco alla *Marg. spinulosa* Costa sp., di cui è parola al § XXXVI.

XXXIX.

« *Nodosaria aculeata* d' Orb. ». — Una ventina di esemplari di *Marginulina hirsuta* d' Orbigny (Tableau e Vienna: v. la qui unita tav. II, fig. 14); più un esemplare di *Nodosaria fistuca* Schwager (Kar Nikobar). — Nella memoria su Messina, l' autore giustamente osserva (pag. 14) che la *N. aculeata* d' Orb. è identica alla *N. hispida*, e che essa è strettamente collegata colla *Marg. hirsuta*.

XL.

« *Nodosaria?* ». — Tre esemplari di *Marginulina Behmi* Reuss (1866, Foram. Septarienthones: v. la mia tav. II, fig. 17), la quale differisce dalla

M. hirsuta d'Orb. solamente per la disposizione delle spine, che in essa sono ordinate a modo di coste longitudinali. Per farsi un'idea della variabilità della *M. Behmi* basta osservare la figura di Reuss e quelle di Hantken (1875, *Clav. Szabói* Schichten, tav. V e XIV).

XLI.

« *Nodosaria tetraedra* ». — Un frammento di *Frondicularia carinata* Neugeboren sp. (1856, Ober-Lapugy; v. la mia tav. II, fig. 11 e 11 *a*). Nella memoria sui foraminiferi delle marne vaticane (1857), l'autore illustra questa specie col nome di *N. tetragona*, e Silvestri, nella sua monografia, con quello di *N. gemina*. In realtà, essa può presentarsi con sezione trasversa circolare come è caratteristico delle nodosarie, ma nella maggior parte dei casi è compressa come lo sono le frondicularie, colle quali del resto è strettamente collegata secondo le osservazioni di Seguenza (Reggio, pag. 219). — La identità poi della *N. gemina* colla *Dentalina carinata* Neug. fu riconosciuta già da Silvestri.

XLII.

« *Nodosaria* ». — Un frammento, che (come si può rilevare dalla fig. 28 (e 28 *a*) della qui unita tav. II) è da riferirsi alla *Vaginulina legumen* Linné sp., della quale ho trattato nel vol. V del Bollettino della Società Geologica Italiana, e recentemente nella revisione già citata della piccola collezione Seguenza del Museo di Bologna.

Genere **Orthocerina** d'Orbigny.

XLIII.

« *Orthocerina subbullata.* Tav. I, fig. 24 ». — Tre esemplari, di uno dei quali (forse quello stesso che fu figurato dall'autore nella memoria su Messina, conforme alla indicazione che leggesi sulla scheda) presento il disegno nella mia tav. II (fig. 6). Si tratta evidentemente della *Nodosaria obliquata* Batsch sp. (forma *B*: v. §§ XXIV e XXXIV). Il termine *Orthocerina* poi fu adoperato da d'Orbigny per indicare un gruppo di forme assai diverse tra loro, delle quali, quelle che appartengono alle nodosarine si riferiscono presentemente al genere *Rhabdogonium* di Reuss.

XLIV.

« *Orthocerina? lamellosa.* Tav. I, fig. 23 ». — Cinque esemplari di *Frondicularia carinata* Neugeboren sp. (v. § XLI). Dei due esemplari che riproduco nella mia tav. II (fig. 12 e 13, 12 *a* e 13 *a*), quello che é rappresentato dalla fig. 12 é forse lo stesso che fu figurato da Costa nella memoria su Messina, conforme alla citazione scritta sul cartellino.

Genere **Triplasia** Reuss.

XLV.

« *Triplasia Manderstjeni* ». — Un solo esemplare, quello stesso di cui scrive l' autore a pag. 19 e 20 della memoria su Messina. Non é altro che la *Cristellaria latifrons* Brady (Chall., tav. LXVIII, fig. 19), come si rileva dal disegno che io ne presento (tav. II, fig. 36 e 36 *a*). — Il termine *Triplasia* poi fu da Reuss stesso (1861, Zusammenst. d. Foram.) portato a sinonimo di *Rhabdogonium.*

Genere **Lingulina** d' Orbigny.

XLVI.

« *Lingulina costata* d' Orb. ». — Due esemplari, di cui uno é quello stesso che fu figurato dall' autore nella tav. II (fig. 6) della memoria su Messina (v. la mia tav. II, fig. 10 e 10 *a*). Nel testo di essa memoria, la specie é descritta a pag. 20, come *Ling. multicostata.* In realtá, le coste non sono tanto numerose da potere, per le forme che posseggono questo carattere, adottare un nome nuovo.

Genere **Vaginulina** d'Orbigny.

XLVII.

« *Vaginulina gigas* ». — Tre frammenti di *Vag. legumen* Linné sp. (v. § XLII e la qui unita tav. II, fig. 26 e 26 *a*). Questa specie, nella memoria su Messina, é illustrata da Costa col nome di *V. italica* (pag. 17, num. 1).

XLVIII.

« *Vaginulina ornata* ». Un solo esemplare (v. la mia tav. II. fig. 25 e 25 *a*), riferibile alla *V. legumen* (v. § XLII e XLVII). Questa forma nella memoria su Messina, è illustrata dall' autore col nome di *V. lens* (pag. 18, num. 2).

XLIX.

« *Vaginulina silicula* ». — Un esemplare completo (v. la qui unita tav. II, fig. 35 e 35 *a*) e un frammento di una cristellaria, la quale fu da Costa illustrata nella memoria su Messina (pag. 18, num. 3; tav. II, fig. 17) col nome di *Vag. sulcata*. È la stessa specie che ho figurato nella tavola con foraminiferi di San Rufillo (1889) sotto il nome di *Cristellaria Forestii* Forn. — A Costa spetta la priorità di nomenclatura.

Genere **Marginulina** d' Orbigny.

L.

« *Marginulina speciosa* ». — Un frammento di nodosaria (v. la qui unita tav. II, fig. 4), molto probabilmente di *Nod. vertebralis* Batsch sp. (Brady: Chall. — V. anche i §§ XXIX e XXXI).

LI.

« *Marginulina cultrata* ». — Un solo esemplare di *M. costata* (v. la mia tav. II, fig. 20). È la stessa specie che nella memoria su Messina fu da Costa illustrata come *Nodosaria cultrata* (v. § XXXVI).

LII.

« *Marginulina hirsuta* d' Orb. ». — Sei esemplari, alcuni dei quali si presentano compressi nella porzione spirale, nel qual caso le spine acquistano una disposizione secondo linee trasversali (v. tav. II, fig. 15) come nella *M. cristellarioides*, di cui al § seguente. Non credo che siano perciò da separarsi dalla specie orbignyana (v. § XXXIX).

LIII.

« *Marginulina nana* ». — Un solo esemplare (v. la qui unita tav. II, fig. 16), compresso nella sua porzione spirale e a sezione circolare nell' ultimo segmento, che riferisco alla *Marg. cristellarioides* Czjzek (1847) del bacino di Vienna.

LIV.

« *Marginulina inversa* ». — Due frammenti (v. la qui unita tav. II, fig. 32 e 33) che rappresentano la porzione ultima di una nodosarina, che ho già osservato nel miocene dei dintorni di Bologna in esemplari completi, riferibili al genere *Cristellaria*. — Sul cartellino é scritto inoltre « Paleont. ». — E infatti, la *M. inversa* (o meglio un frammento di essa) trovasi illustrata nella 2ª parte della « Paleontologia del Regno » (pag. 183, tav. XII, fig. 16). Conservo per questa forma la denominazione specifica costiana: *Cristellaria inversa* Costa sp.

LV.

« *Marginulina de Natalis* ». — Un solo esemplare (v. la qui unita tav. II, fig. 29 e 29 *a*) di *Cristellaria inversa* Costa sp. (v. § precedente).

LVI.

« *Marginulina compressa* (1) ». — Un esemplare di *Cristellaria inversa* (v. i due §§ precedenti) nel quale si osservano alcune tracce di coste nella porzione iniziale (v. la qui unita tav. II, fig. 30). Questa forma é molto interessante poiché serve a collegare la *Crist. inversa* con un' altra nodosarina, del pliocene bolognese, che illustrai nel vol. II del Bollettino della Società Geologica Italiana col nome di *Margin. bononiensis*. Questa varietà, che differisce dalla *Cr. inversa* perché ornata di coste, é anch' essa una *Cristellaria*.

(1) Sulla etichetta era prima scritto *Dentalina compressa*. Fu dall' autore cancellata la parola *Dentalina* e sostituita con *Marginulina*. Quindi il termine specifico era dapprima destinato a quello generico *Dentalina*.

LVII.

« *Marginulina clavicula* ». — Due esemplari (v. la mia tav. II, fig. 31 e 27), di cui uno di *Cristellaria inversa* (v. §§ LIV e seg.) e l' altro di *Vaginulina legumen* Linné sp. — Quest' ultimo, al quale si riferisce la determinazione scritta sulla scheda, è quello stesso che fu figurato dall' autore nella tav. II (fig. 18) della memoria su Messina, e descritto a pag. 19 (num. 4) di essa memoria, col nome di *Vaginulina clavata*. Si allontana alquanto dal tipo linneano (v. §§ XLVII e XLVIII), sopratutto per la tenue compressione; ma non credo che si possa giustamente separare da esso.

LVIII.

« *Marginulina parallela* ». — Un solo esemplare (v. la mia tav. II, fig. 34 e 34 *a*) di *Cristellaria sulcata* Costa sp., della quale è parola al § XLIX.

PARTE 3.ª — **CRISTELLARIE**

Genere Cristellaria Lamarck.

LIX.

« *Cristellaria detruncata* ». — Due esemplari incompleti di *Crist. italica* Defrance sp. (ne riproduco uno nella tav. III, fig. 8 e 8 *a*) e uno di *Cr. arcuata* d' Orbigny (fig. 9 e 9 *a*). Quest' ultima specie è assai variabile, come si rileva dalle figure di d' Orbigny (Vienna) e da quelle di Hantken (*Clav.-Szabói* Sch.). La *Cr. italica* poi fu illustrata da Brady (Chall.).

LX.

« *Cristellaria lanceolaris* ». — Due esemplari (v. la qui unita tav. III, fig. 12 e 13) di *Crist. elongata*, una delle specie fondate nel 1826 (Tableau) da d' Orbigny sopra figure di Soldani, varietà assai compressa e carenata della *Cr. crepidula*.

LXI.

« *Cristellaria* ». — Un solo esemplare di *Cr. elongata* (v. § precedente) che riproduco nella tav. III (fig. 11 e 11 *a*).

LXII.

« *Cristellariae* ». — Otto esemplari, riferibili alcuni alla *Crist. crepidula* Fichtel e Moll sp. (v. Brady: Chall.) e i più, alla *Cr. elongata* d'Orb., di cui al § LX. La fig. 10 e 10 *a* della mia tav. III riproduce uno degli esemplari spettante alla prima delle due.

LXIII.

« *Cristellariae* ». — Una dozzina di esemplari di *Cr. elongata,* tranne uno che è di *Cr. crepidula* (v. i tre §§ precedenti). La *Cr. elongata* è assai variabile nel carattere che suggerì a d'Orbigny l'attributo specifico (v. la mia tav. III, fig. 14, e 14 *a*).

LXIV.

« *Cristellaria pulchella. — Cr. subaequalis* ». — Due esemplari, che riproduco nella qui unita tav. III (fig. 16, 17 e 17 *a*). Come si rileva da queste figure, essi differiscono ben poco tra loro, sicché non dubito di riferirli entrambi alla *Crist. pulchella* Costa, colla quale denominazione credo che l'autore abbia voluto determinare l'esemplare rappresentato dalla fig. 16. La *Cr. pulchella* fu illustrata da Costa nella memoria sui foraminiferi delle marne vaticane, e si distingue dalla *Cr. elongata* per la spira maggiormente ravvolta dei segmenti iniziali (1).

LXV.

« *Cristellaria discoidalis* ». — Cinque esemplari, riferibili a tre forme diverse. L'attributo specifico *discoidalis* spetta a una sola di esse e cioè a quella che ho riprodotta nella tav. III (fig. 18 e 19), e per la quale credo opportuno di conservare la denominazione costiana. La seconda forma (tav. III, fig. 15) è inseparabile dalla *Crist. pulchella* Costa, di cui al § pre-

---

(1) *Robulina pulchella* d'Orbigny (1826: su figura di Soldani) è sinonimo di *Cristellaria calcar* Linnè sp.

cedente. Debbo peraltro osservare che in essa la porzione iniziale della spira si trova disposta in modo che da uno dei lati non appare affatto (fig. 15 *a*). Quanto poi alla terza forma (fig. 21 e 21 *a*), non oso di considerarla come distinta dalla *Cr. cassis* Fichtel e Moll sp. (1803).

LXVI.

« *Cristellaria producta* ». — Due esemplari (ne riproduco uno nella tav. III, fig. 20 e 20 *a*) riferibili alla *Crist. gibba* d'Orbigny (Brady: Chall.).

LXVII.

« *Cristellaria? zanclaea* ». — Una dozzina di esemplari, che riferisco alla *Cr. papillosa* Fichtel e Moll sp. (Brady: Chall.). — L'aspetto di questa cristellaria é variabilissimo, pure mantenendosi costante il carattere della presenza dei tubercoli, giacché questi stanno in corrispondenza della suture, e le suture possono essere piú o meno vicine fra loro a seconda del maggiore o minor numero dei segmenti. Riproduco due delle forme meno prossime anche per lo sviluppo degli aculei (tav. III, fig. 30 e 32).

LXVIII.

« *Cristellaria spinulosa* ». — Cinque esemplari: quattro di *Cr. papillosa* (v. § precedente, e tav. III, fig. 29 e 29 *a*), e uno di *Cr. echinata* d'Orb. sp. (v. § LXXV).

LXIX.

« *Cristellaria striolata* (an *Robulina?*) ». — Un solo esemplare (tav. III, fig. 36 e 36 *a*), che credo di non dover separare dalla *Cr. ariminensis* d'Orb. sp., di cui al § LXXVII.

Genere **Robulina** d'Orbigny.

LXX.

« *Robulina simplex* d'Orb. ». — Quattordici esemplari, i quali (tranne uno di *Cr. echinata*) sono riferibili alla *Cr. rotulata* Lamarck sp. e alla *Cr. cultrata* Montfort sp. (v. Brady: Chall., e le fig. 24 e 26 della qui

unita tav. III). *Robulina simplex* d'Orbigny (Vienna) è sinonimo di *Cr. rotulata*.

LXXI.

« *Robulina* ». — Due esemplari, uno di *Cristellaria rotulata* (v. tav. III, fig. 25) e l'altra di *Cr. cultrata* (v. § precedente).

LXXII.

« *Robulina festonata* ». — Un solo esemplare (v. tav. III, fig. 27) di *Cristellaria cultrata* (v. § LXX). La *Rob. festonata* trovasi figurata nella « Paleontologia del Regno » (parte 2ª, tav. IX, fig. 1).

LXXIII.

« *Robulina imperatoria* d'Orb. ». — Un solo e mal conservato esemplare (tav. III, fig. 28) di *Cristellaria vortex* Fichtel e Moll sp. (v. Brady: Chall.). La *Rob. imperatoria* d'Orb. è forma *cultrata* della *Cr. vortex*.

LXXIV.

« *Robulina cultrata* d'Orb. ». — Tre esemplari, dei quali riproduco i due meglio conservati (tav. III, fig. 22 e 23) riferendoli alla *Cristellaria cassis* Fichtel e Moll sp. (d'Orbigny: Vienna).

LXXV.

« *Robulina echinata* d'Orb. ». — Un solo esemplare (tav. III, fig. 34) di *Cristellaria echinata* d'Orbigny sp. (Vienna).

LXXVI.

« *Robulina echinata* d'Orb. ». — Una ventina di esemplari di *Cr. echinata* (v. § precedente). La forma tipica di questa specie ha per carattere di avere un cordone più o meno rilevato in corrispondenza delle suture. Ma osservo che in certi esemplari (v. tav. III, fig. 33) in luogo del cordone si ha una serie di tubercoli, come nella *Cr. papillosa*. Tali sono le forme illustrate da Brady (Chall.). Io propongo di separarle dalla forma tipica, come si distingue la *Cr. mamilligera* dalla *Cr. cultrata*, adottando la denominazione di *Cr. papilloso-echinata*.

LXXVII.

« *Robulina ariminensis* d'Orb. » — Una dozzina di esemplari che riferisco tutti alla *Cristellaria ariminensis* d'Orb. sp. (Tableau e Vienna). — Questa specie è estremamente variabile nel suo aspetto, variabilità che è dovuta sopratutto al numero e allo sviluppo delle coste (v. tav. III, fig. 35 e 35 *a*, 37 e 38) sicchè dalle forme più riccamente ornate si passa per gradi a quelle in cui si osservano appena alcune tracce di coste. Osservo peraltro in essa un carattere costante, quello della convessità laterale dei segmenti, carattere che la fa distinguere, a mio avviso, dalla *Crist. costata* F. e M. sp.

PARTE 4.ª — **FORAMINIFERI VARII**

LXXVIII.

« *Oolina sphaeroidalis* ». — Un esemplare di *Ellipsoidina ellipsoides* Seguenza (1859) (1) che riproduco nella tav. III (fig. 5 e 5 *a*).

LXXIX.

« *Glandulina rudis*. Tav. I, fig. 12, 13 ». — Una ventina di esemplari di *Clavulina rudis* Costa sp., della quale ho trattato nella già citata revisione della collezione Seguenza del Museo di Bologna. La specie è figurata nella memoria di Costa su Messina, conforme alla indicazione scritta sull' etichetta, ed è descritta a pag. 16 (num 4). Vedasi la mia tav. III (fig. 4 e 4 *a*).

LXXX.

« *Glandulina rudis* ». — Un esemplare di *Clavulina rudis* (v. § precedente).

LXXXI.

Indeterminata. — Un esemplare di *Marginulina* (v. la mia tav. III, fig. 7), che riferisco alla *M. glabra* d'Orbigny (Brady: Chall.). Sulla etichetta

(1) Nuovo genere di foram. foss. di Mess. (« Eco peloritano »).

si legge « pubblicata. Vedi tav. I, fig. 8 ». Evidentemente questa figura non corrisponde affatto all' esemplare della collezione, e perciò la indicazione deve essere errata. Credo invece che l' autore abbia voluto citare la fig. 1 della tav. II, la quale rappresenta meglio, sebbene capovolto, l'esemplare medesimo. Nel testo della memoria, tale figura è descritta come *Glandulina oblonga* (pag. 15, num. 1).

LXXXII.

« *Pyramidulina eptagona* ». — Un frammento, che (come può rilevarsi dalla fig. 6 della qui unita tav. III) rappresenta la porzione iniziale di una *Nodosaria*, e con ogni probabilità della *N. raphanus* (forma *B*). Si confrontino le figure che Silvestri presenta di questa specie nella sua monografia. — Il termine generico *Pyramidulina* Costa, era, per quanto mi consta, inedito, ed è, come si vede, insussistente.

LXXXIII.

« *Operculina* ». — Sette esemplari di una *Pulvinulina* (tav. III, fig. 43, 43 *a* e 43 *b*), che riferisco alla *P. auricula* Fichtel e Moll sp. (Brady: Chall.). — *Operculina* d'Orb. fu da Costa applicato altrove anche alle cornuspire.

LXXXIV.

« *Polystomella zanclaea* ». — Due esemplari di *Cristellaria papillosa* (tav. III, fig. 31), cioè la stessa specie che l' autore ha già determinata per *Crist.? zanclaea* e *Cr. spinulosa* (v. §§ LXVII e LXVIII).

LXXXV.

« *Rosalina* ». — Oltre una dozzina di esemplari, che riferisco alla *Truncatulina Dutemplei* d'Orbigny sp. — Per farsi un'idea della variabilità di questa rotalina si confrontino la figura d'Orbigny (Vienna) con quella di Reuss (1866, Foram. Septarienth.), di Hantken (*Clav. Szabói* Sch.) e di Brady (Chall.), e colle mie (tav. III, fig. 40, 41 e 42 - *a* e *b*).

LXXXVI.

« *Bulimina* ». — Quattro esemplari di *Uvigerina tenuistriata* Reuss (Brady: Chall.). Vedi tav. III, fig. 39 e 39 *a*.

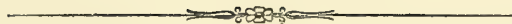
LXXXVII.

« *Bulimina* ». — Il tubetto è vuoto.

LXXXVIII.

« *Textularia mutabilis* ». — Sette esemplari di *Bigenerina pennatula* Batsch sp. (Brady: Chall.). Non potrebbero la *B. pennatula* e la *B. capreolus* essere riguardate come le forme *A* e *B* della stessa specie? Riproduco tre degli esemplari nella tav. III (fig. 1 e 1 *a*, 2 e 3).

LXXXIX.

« *Rostellina* ». — Il tubetto è vuoto. — Il termine generico *Rostellina* era inedito.

APPENDICE

COLLEZIONE SEGUENZA

A

« *Orbulina universa* d'Orb. ». — Numerosi esemplari della comune specie orbignyana, della quale ho trattato nella memoria più volte citata intorno alla collezione Seguenza del Museo di Bologna. Osservo inoltre un esemplare di *Globigerina bulloides* d'Orb. (Brady: Chall.).

B

« *Cornuspira foliacea* Phil. sp. ». — Un esemplare della medesima forma che ho figurato nella memoria sulla collezione Seguenza, e due frammenti spettanti alla stessa specie.

C

« *Cornuspira carinata* Costa sp. ». — Quattro esemplari. Specie che ho, come la precedente, figurato nella citata memoria.

D

« *Nodosaria ovularis* Costa ». — Tre esemplari di *Nod. radicula* Linné sp. — Questa specie fu illustrata per molto tempo e da parecchi autori, da Reuss (1851) sino a Brady: (Chall.), col nome di *Nod. soluta.* La *N. ovularis*, che ne è sinonimo, fu illustrata da Costa nel lavoro su Messina (vedasi il § XVIII della presente memoria).

E

« *Lingulina* sp. ». — Un esemplare di *Lingulina carinata* d'Orb. (1826: Modelli).

F

« *Robulina cultrata* d'Orb. ». — Un solo esemplare di *Cristellaria cultrata* Montf. sp. (v. §§ LXX e LXXII).

G

« *Robulina inornata* d'Orb. ». — Due esemplari, che non oso di riferire decisamente alla *Cristellaria rotulata* Lam. sp., della quale è sinonimo *Rob. inornata* d'Orb. (Vienna), possedendo essi una carena molto acuta e avendo maggiore affinità colla *Cr. cultrata.*

H

« *Rotalina partschiana* d' Orb. ». Una dozzina di esemplari di *Pulvinulina elegans,* della quale ho trattato nella memoria sulla collezione Seguenza del Museo di Bologna.

I

« *Rotalina peraffinis* Costa ». — Tre esemplari di *Truncatulina ungeriana* d'Orb. sp. (Vienna; e Brady: Chall.). La *Rot. peraffinis* fu da Costa figurata nella « Paleontologia del Regno » (tav. XXII, fig. 17), ma non fu mai descritta.

J

« *Truncatulina lobatula* d'Orb. — Una dozzina di esemplari di *Tr. lobatula* Walker e Jacob sp., della quale ho trattato nella memoria sulla collezione Seguenza di Bologna.

L

« *Anomalina helicina* Costa sp. ». Due esemplari di *Anom. ammonoides* Reuss sp. (Brady: Chall.). La *Nonionina? helicina* fu da Costa figurata nella « Paleontologia del Regno » (tav. XIV, fig. 13), ma non fu mai descritta.

M

« *Anomalina* sp. ». — Quattro esemplari di *Anom. coronata* Parker e Jones, della quale ho trattato nella memoria sulla collezione Seguenza di Bologna.

N

« *Rosalina calabra* Costa ». — Due esemplari di una *Pulvinulina* di grandi dimensioni, che riferisco alla *P. punctulata* d'Orb. sp. (Brady: Chall.). La *Rosalina calabra* fu da Costa figurata nella « Paleontologia del Regno » (tav, XIV, fig. 6), ma non fu mai descritta.

O

« *Clavulina irregularis* Costa ». — Sei esemplari e frammenti di *Clav. communis* d'Orb., della quale ho trattato nella memoria sulla collezione Seguenza di Bologna.

P

« *Textularia Partschi* Czjzek ». — Due esemplari di *Gaudryina chilostoma* Reuss sp., della quale ho trattato nella memoria sulla collezione Seguenza di Bologna. Questa specie ha rapporti strettissimi colla *G. baccata* Schwager.

Q

« *Textularia* sp. » — Una dozzina di esemplari di una forma allungata, arenacea, a segmenti numerosi, a suture più o meno orizzontali, compressa e non carenata nella porzione terminale, che riferisco alla *T. sagittula* Defrance, della quale ho trattato nel vol. VI del Bollettino della Società Geologica Italiana (pag. 377, tav. IX).

R

« *Biloculina simplex* d'Orb.? » — Due esemplari della medesima specie che ho illustrata col nome di *B. intermedia* nella memoria sulla collezione Seguenza di Bologna.

S

« *Biloculina clypeata* d'Orb. ». — Due esemplari, di cui uno riferibile alla *B. intermedia* Forn. (v. § precedente) e l'altro verosimilmente a quella specie che ho illustrata nel vol. V del Bollettino della Società Geologica Italiana, col nome di *B. brachyodonta.*

T

« *Biloculina circumclausa* Costa ». — Un solo esemplare, che non appare dissimile dalla comune *B. depressa* d'Orb. (Schlumberger: Révision des biloculines des grands fonds, 1891).

U

« *Biloculina tubulosa* Costa ». — Due esemplari, di cui uno esternamente biloculinare e l'altro triloculinare, riferibili alla *B. lucernula* Schwager (Schlumberger: Révision des biloculines des grands fonds, 1891).

V

« *Spiroloculina excavata* d'Orb. ». — Due esemplari mal conservati e riferibili probabilmente alla specie orbignyana (Schlumberger: Monographie des miliolidées du golfe de Marseille, 1893).

Z

« *Quinqueloculina vulgaris* d'Orb. ». — Una ventina di esemplari della specie orbignyana, della quale ho trattato nella memoria sulla collezione Seguenza di Bologna.

Per riassumere e riordinare le precedenti osservazioni, ho creduto utile di riunire in un quadro tutti i nomi delle specie fossili di Messina esistenti nella collezione Costa del Museo di Napoli, in modo che si abbia ad un tempo la spiegazione delle figure che rappresentano dette specie, la corrispondente denominazione costiana, e l'indicazione dei paragrafi in cui ho fatto parola degli esemplari illustrati.

Quanto alla piccola collezione Seguenza del Museo di Napoli, essa può dirsi costituita dalle specie seguenti:

Fam. Miliolidae:

Biloculina intermedia Forn.
Biloculina brachyodonta Forn.
Biloculina depressa d'Orb.
Biloculina lucernula Schwager
Spiroloculina excavata d'Orb.
Quinqueloculina vulgaris d'Orb.
Cornuspira foliacea Phil. sp.
Cornuspira carinata Costa sp.

Fam. Textularidae:

Textularia sagittula Defr.
Gaudryina chilostoma Reuss. sp.
Clavulina communis d'Orb.

Fam. Lagenidae:

Nodosaria radicula Linné sp.
Lingulina carinata d'Orb.
Cristellaria cultrata Montf. sp.

Fam. Globigerinidae:

Globigerina bulloides d'Orb.
Orbulina universa d'Orb.

Fam. Rotalidae:

Truncatulina lobatula W. e J. sp.
Truncatulina ungeriana d'Orb. sp.
Anomalina ammonoides Reuss sp.
Anomalina coronata P. e J.
Pulvinulina punctulata d'Orb. sp.
Pulvinulina elegans d'Orb. sp.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Tavola I.

	Secondo Fornasini:	Ingr.	Secondo Costa:	§§
ig. 1	*Nodosaria aequalis* Reuss sp. . . .	× 27	*Nodosaria pygmaea* Costa.	I.
» 2	» *ambigua* Neugeboren. .	»	» *subaequalis* Costa.	XIV.
» 3	» *inflexa* Reuss	»	» *ovularis* Costa	XVIII.
» 4	» *radicula* Linné sp. . . .	»	» *pyrula* Costa.	XXXIII.
» 5	» *farcimen* Soldani sp. . .	»	» *bilocularis* Costa	XIX.
» 6	» *farcimen* » » . .	»	» *gracillima* Costa	XX.
» 7	» *farcimen* » » . .	»	*Dentalina scripta?* d'Orbigny.	XXVIII.
» 8, 9	» *communis* d'Orbigny . .	»	» sp. (1)	XXVIII.
» 10	» *communis* » . .	»	» *inornata* d'Orbigny.	XXXII.
» 11	» *annulata* Reuss.	»	» *aequalis* Costa	XXXI.
» 12	» *annulata* »	»	» sp. (2)	XXXII.
» 13	» *ovicula* d'Orbigny . . .	»	» *arundinacea* Costa	XXVI.
» 14, 15	» *adolphina* d'Orbigny sp.	»	*Nodosaria gomphoides* Costa.	XV.
» 16-18	» *hispida* d'Orbigny . . .	»	» *hispida* d'Orbigny	XVI, XVII.
» 19	» *vertebralis* Batsch sp. .	»	*Dentalina* sp. (3) . . , ...	XXXI.
» 20	» *vertebralis* » » . .	»	» *triquetra* Costa	XXIX.
» 21	» *pleura* Costa sp.	»	*Nodosaria* sp. (4)	XX.
» 22	» *pleura* » »	»	*Dentalina pleura* Costa	XXVII.
» 23	» *pungens* Reuss sp. . . .	»	» *nodosa* d'Orbigny	XXX.
» 24	» *pungens* » » . . .	»	» sp. (5)	XXVIII.
» 25	» *pungens* » » . . .	»	» *incerta* Costa	XXXIII.
» 26	» *pungens* » » . . .	»	» sp. (6)	XXXII.
» 27	» *seminuda* Reuss sp. . .	»	» »	XXXII.
» 28	» *fissicostata* Gümbel sp. .	× 18	» *mutata* Costa.	XXII.
» 29	» *skobina* Schwager . . .	× 27	» sp. (7)	XXXI.
» 30, 31	» *obliquata* Batsch sp. . .	× 18	» *irregularis* Costa.	XXIV.
» 32	» sp.	»	*Nodosaria compressa* Costa.	XII.
» 33-35	» *proxima* Silvestri . . .	× 27	» *trilocularis* Costa (8)	XIII.
» 36	» *scalaris* Batsch sp. . . .	»	*Dentalina clavata* Costa.	XXIII.
» 37	» *scalaris* » » . . .	»	*Nodosaria trilocularis* Costa.	XIII.
» 38	» *Bassanii* Fornasini. . .	»	» sp.	XI.
» 39	» *Bassanii* » . .	»	» *annulata* Reuss	X.
» 40	» *Bassanii* » . .	»	» sp.	XI.
» 41	» *raphanus* Linné sp. . . .	× 18	» *inflata* Costa, var.	VIII.
» 42	» *raphanus* » » . . .	»	» *inflata* Costa	VIII.
» 43	» *raphanus* » » . . .	× 13	» sp.	IX.
» 44, 45	» *raphanus* » » . . .	»	» *abbreviata* Costa (9).	V.
» 46	» *obliqua* Linné sp.. . . .	»	» *mutabilis* Costa	III.
» 47	» *obliqua* » »	»	*Dentalina mutabilis* Costa.	XXI.
» 48	» *obliqua* » »	»	*Nodosaria mutabilis* Costa, var.	IV.
» 49	» *obliqua* » »	× 10	» *siphunculoides* Costa	VI.
» 50	» *raphanistrum* Linné sp. .	»	» *dehiscens* Costa.	VII.
» 51	» *raphanistrum* » » .	× 6	» *bacillum* Defrance	II.

(1) Nel tubetto della *Dentalina scripta?* d'Orb.
(2) Nel tubetto della *Dentalina inornata* d'Orb.
(3) Nel tubetto della *Dentalina aequalis* Costa.
(4) Nel tubetto della *Nodosaria gracillima* Costa.
(5) Nel tubetto della *Dentalina scripta?* d'Orb.
(6) Nel tubetto della *Dentalina inornata* d'Orb.
(7) Nel tubetto della *Dentalina aequalis* Costa.
(8) È anche *Nodosaria semistriata* Costa.
(9) È anche *Nodosaria contracta* Costa.

Tavola II.

	Secondo Fornasini:	Ingr.	Secondo Costa:	§§
Fig. 1	*Nodosaria farcimen* Soldani sp. . .	× 27	*Dentalina* sp. (1)	XXXVI.
» 2	» *communis* d'Orbigny . .	»	» » (2)	XXXVI.
» 3	» *fistuca* Schwager . . .	× 18	*Nodosaria* sp. (3)	XXXIX.
» 4	» *vertebralis* Batsch sp. .	»	*Marginulina speciosa* Costa	L.
» 5	» *obliquata* Batsch sp. . .	»	*Nodosaria subcostata* Costa	XXXIV.
» 6	» *obliquata* Batsch sp. . .	× 27	*Orthocerina subbullata* Costa	XLIII.
» 7	» *obliqua* Linné sp.. . . .	»	*Nodosaria* sp. (4)	XXXIV.
» 8, 9	» *obliqua* » »	× 18	» *siphunculoides* Costa	XXXV.
» 10	*Lingulina costata* d'Orbigny . . .	»	*Lingulina costata* d'Orbigny (5)	XLVI.
» 11	*Frondicularia carinata* Neugeb. sp. .	»	*Nodosaria tetraedra* Costa.	XLI.
» 12	» *carinata* » » .	× 27	*Orthocerina? lamellosa* Costa	XLIV.
» 13	» *carinata* » » .	× 18	» *lamellosa* »	XLIV.
» 14	*Marginulina hirsuta* d'Orbigny . .	»	*Nodosaria aculeata* d'Orbigny	XXXIX.
» 15	» *hirsuta* » . .	»	*Marginulina hirsuta* d'Orbigny	LII.
» 16	» *cristellarioides* Czjzek.	× 27	» *nana* Costa.	LIII.
» 17	» *Behmi* Reuss	× 18	*Nodosaria?* sp.	XL.
» 18	» *costata* Batsch sp. . .	× 27	*Nodosaria* sp. (6)	XXXV.
» 19	» *costata* » » . .	× 18	» *cultrata* Costa	XXXVI.
» 20	» *costata* » » . .	× 13	*Marginulina cultrata* Costa	LI.
» 21	» *costata* » » . .	»	*Nodosaria constricta* Costa.	XXXVII.
» 22	» *spinulosa* Costa sp. . .	× 18	» *spinulosa* Costa (7)	XXXVI.
» 23	» *spinulosa* » » . .	× 27	» *spinulosa* Costa.	XXXVI.
» 24	» *spinulosa* » » . .	»	» *pusilla* Costa (8)	XXXVIII.
» 25	*Vaginulina legumen* Linné sp. . . .	× 18	*Vaginulina ornata* Costa (9)	XLVIII.
» 26	» *legumen* » » . . .	× 13	» *gigas* Costa (10)	XLVII.
» 27	» *legumen* » » . . .	× 18	*Marginulina clavicula* Costa (11)	LVII.
» 28	» *legumen* » » . . .	»	*Nodosaria* sp.	XLII.
» 29	*Cristellaria inversa* Costa sp. . . .	»	*Marginulina de Natalis* Costa	LV.
» 30	» *inversa* » » . . .	× 27	» *compressa* Costa	LVI.
» 31	» *inversa* » » . . .	× 18	» sp. (12)	LVII.
» 32, 33	» *inversa* » » . . .	× 13	» *inversa* Costa.	LIV.
» 34	» *sulcata* » » . . .	× 27	» *parallela* Costa	LVIII.
» 35	» *sulcata* » » . . .	× 18	*Vaginulina sulcata* Costa (13).	XLIX
» 36	» *latifrons* Brady	× 27	*Triplasia Manderstjeni* Costa.	XLV

(1) Nel tubetto della *Nodosaria spinulosa* Costa.
(2) Come la precedente.
(3) Nel tubetto della *Nodosaria aculeata* d'Orb.
(4) Nel tubetto della *Nodosaria subcostata* Costa.
(5) E anche *Lingulina multicostata* Costa.
(6) Nel tubetto della *Nodosaria siphunculoides* Costa.
(7) E anche *Nodosaria citrullus* Costa.

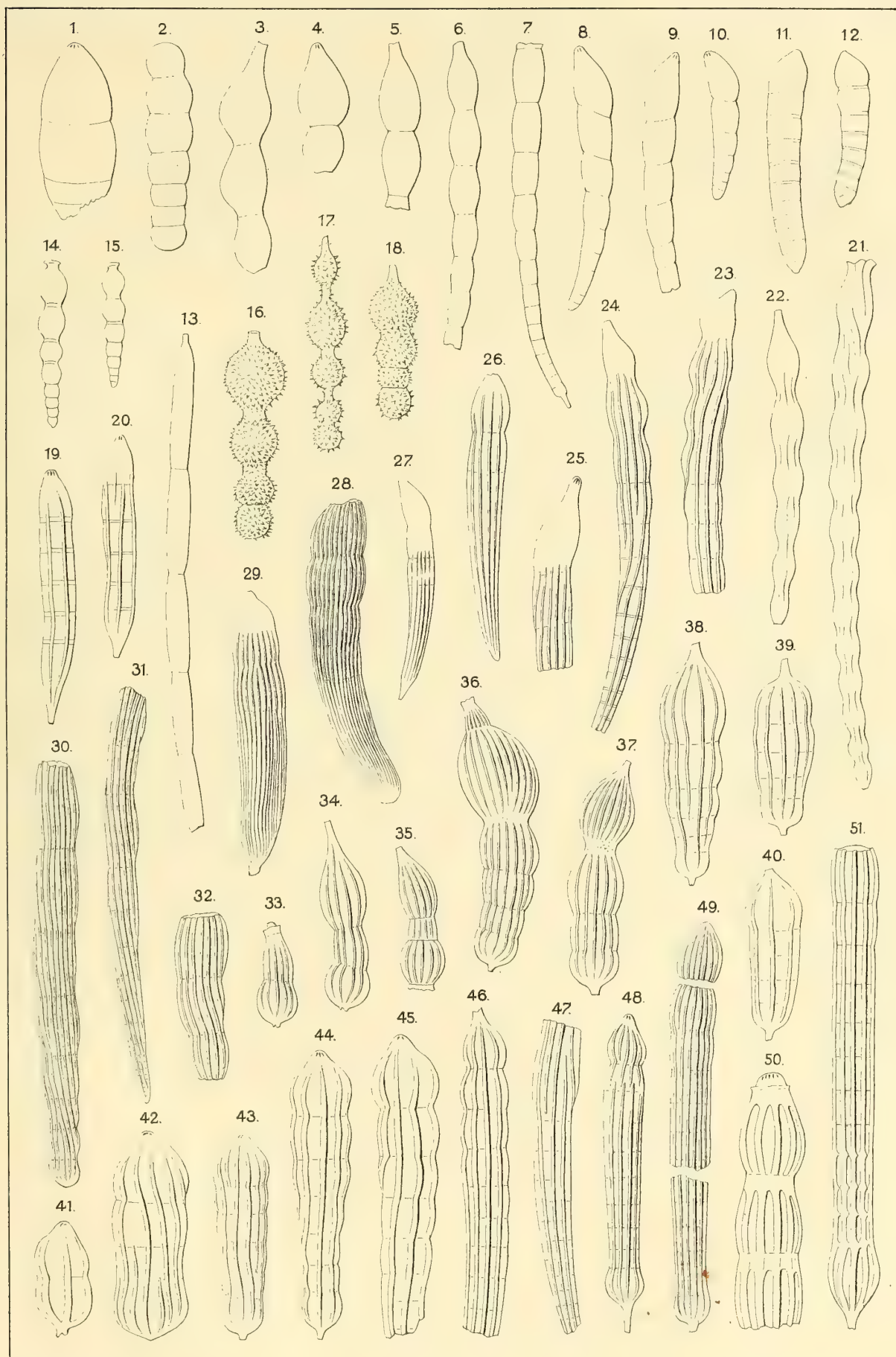
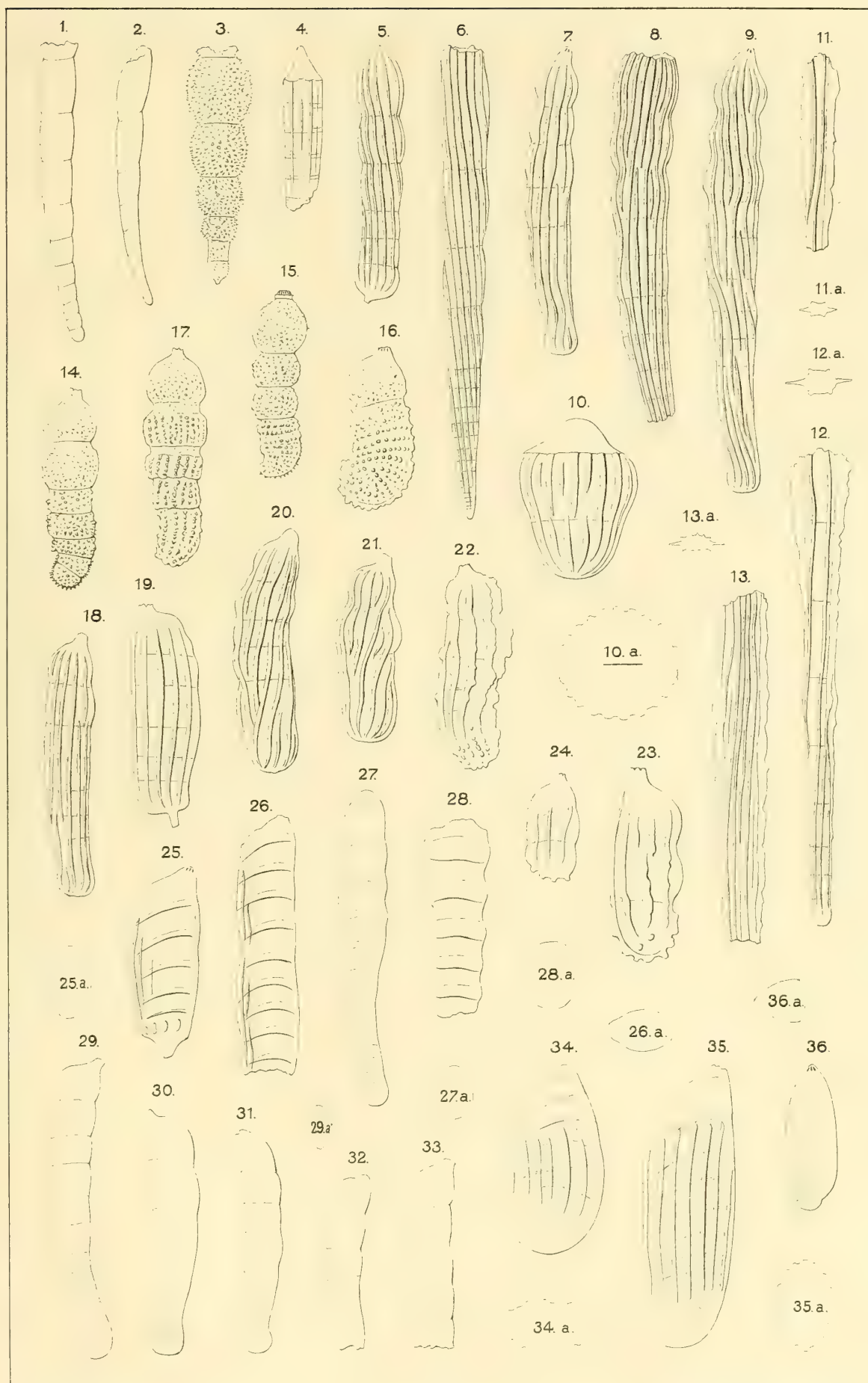
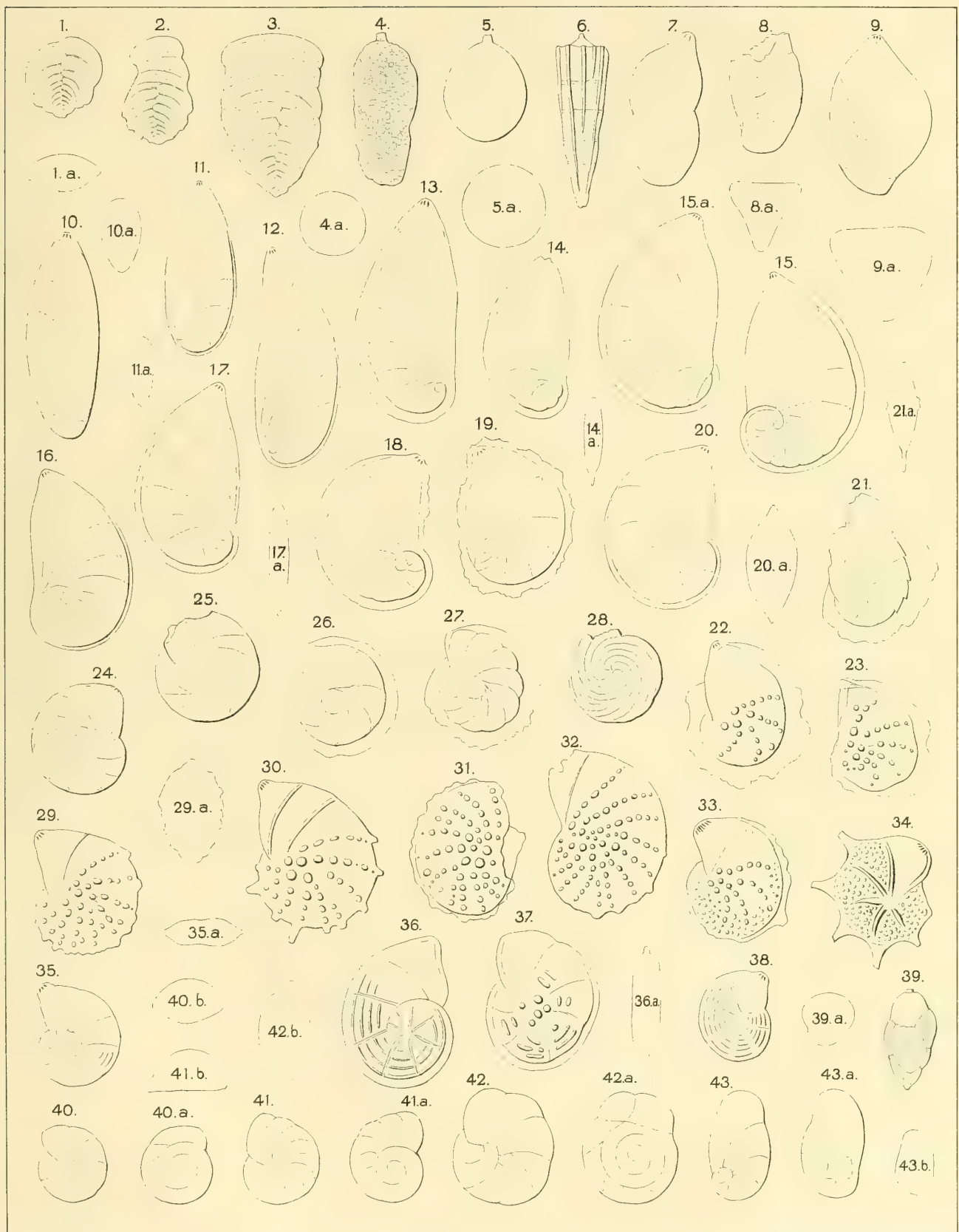
(8) E anche *Glandulina pusilla* Costa.
(9) E anche *Vaginulina lens* Costa.
(10) E anche *Vaginulina italica* Costa.
(11) E anche *Vaginulina clavata* Costa.
(12) Nel tubetto della *Marginulina clavicula* Costa.
(13) E anche *Vaginulina silicula* Costa.

Tavola III.

		Secondo Fornasini:	Ingr.	Secondo Costa:	§§
Fig.	1-3	*Bigenerina pennatula* Batsch sp. .	× 13	*Textularia mutabilis* Costa.	LXXXVIII
»	4	*Clavulina rudis* Costa sp.	»	*Glandulina rudis* Costa	LXXIX.
»	5	*Ellipsoidina ellipsoides* Seguenza .	× 18	*Oolina sphaeroidalis* Costa.	LXXVIII.
»	6	*Nodosaria raphanus* Linné sp. . .	× 27	*Pyramidulina eptagona* Costa.	LXXXII.
»	7	*Marginulina glabra* d'Orbigny . .	»	*Glandulina oblonga* Costa	LXXXI.
»	8	*Cristellaria italica* Defrance sp. .	× 13	*Cristellaria detruncata* Costa.	LIX.
»	9	» *arcuata* d'Orbigny. . . .	× 27	» sp. (1).	LIX.
»	10	» *crepidula* Fichtel e Moll sp.	»	» sp.	LXII.
»	11	» *elongata* d'Orbigny . . .	»	» sp.	LXI.
»	12, 13	» *elongata* » . . .	× 18	» *lanceolaris* Costa.	LX.
»	14	» *elongata* » . . .	»	» sp.	LXIII.
»	15	» *pulchella* Costa	»	» sp. (2).	LXV.
»	16	» *pulchella* »	»	» *pulchella* Costa	LXIV.
»	17	» *pulchella* »	»	» *subaequalis* Costa	LXIV.
»	18, 19	» *discoidalis* Costa.	»	» *discoidalis* Costa.	LXV.
»	20	» *gibba* d'Orbigny.	× 27	» *producta* Costa	LXVI.
»	21	» *cassis* Fichtel e Moll sp.	× 18	» sp. (3).	LXV.
»	22, 23	» *cassis* » » »	× 10	*Robulina cultrata* d'Orbigny.	LXXIV.
»	24	» *rotulata* Lamarck sp. . .	× 18	» *simplex* d'Orbigny.	LXX.
»	25	» *rotulata* » » . . .	× 10	» sp.	LXXI.
»	26	» *cultrata* Montfort sp. . .	× 13	» sp. (4).	LXX.
»	27	» *cultrata* » » . .	»	» *festonata* Costa	LXXII.
»	28	» *vortex* Fichtel e Moll sp.	»	» *imperatoria* d'Orbigny	LXXIII.
»	29	» *papillosa* Fichtel e Moll sp.	× 18	*Cristellaria spinulosa* Costa	LXVIII.
»	30, 32	» *papillosa* » » »	× 13	*Cristellaria? zanclaea* Costa	LXVII.
»	31	» *papillosa* » » »	»	*Polystomella zanclaea* Costa	LXXXIV.
»	33	» *papilloso echinata* Fornasini	»	*Robulina echinata* d'Orbigny	LXXVI.
»	34	» *echinata* d'Orbigny sp. . .	× 18	» *echinata* d'Orbigny	LXXV.
»	35, 38	» *ariminensis* d'Orbigny sp.	× 13	» *ariminensis* d'Orbigny	LXXVII.
»	36	» *ariminensis* » »	× 27	*Cristellaria striolata* Costa.	LXIX.
»	37	» *ariminensis* » »	× 10	*Robulina ariminensis* d'Orbigny	LXXVII.
»	39	*Uvigerina tenuistriata* Reuss . . .	× 18	*Bulimina* sp.	LXXXVI.
»	40-42	*Truncatulina Dutemplei* d'Orb. sp. .	× 13	*Rosalina* sp.	LXXXV.
»	43	*Pulvinulina auricula* Ficht. e Moll sp.	× 18	*Operculina* sp.	LXXXIII.

(1) Nel tubetto della *Cristellaria detruncata* Costa.
(2) Nel tubetto della *Cristellaria discoidalis* Costa.
(3) Nel tubetto della *Cristellaria discoidalis* Costa.
(4) Nel tubetto della *Robulina simplex* d'Orb.

C. Fornasini, dal vero *E. Contoli inc.* *Lit. Mazzoni e Rizzoli-Bologna*

C. Fornasini, dal vero E. Contoli inc. Lit. Mazzoni e Rizzoli-Bologna

DELLE LINEE PIANE ALGEBRICHE

LE PEDALI DELLE QUALI POSSONO ESSERE CURVE

CHE HANNO POTENZA IN OGNI PUNTO DEL LORO PIANO

MEMORIA II.ª

DEL

PROF. FERDINANDO PAOLO RUFFINI

(Letta nella Sessione Ordinaria delli 11 Marzo 1894).

In uno scritto che col medesimo titolo fu pubblicato fra le Memorie di questa Accademia (*) indicai come si potessero trovare le equazioni di curve, le pedali delle quali hanno potenza in ogni punto del loro piano, e dissi che si poteva raggiugnere questo fine col risolvere il problema inverso, col determinare, cioè, le pedali negative delle linee che hanno potenza in ogni punto del loro piano. Nel modo ivi descritto si può bensì pervenire all'equazione di una curva la di cui pedale positiva ha potenza in ogni punto del piano quando si fa coincidere il polo della pedale colla origine delle coordinate (cartesiane ortogonali) alle quali si supponeva riferita la linea di cui si determinava la pedale negativa, ma rimane il dubbio se si sarebbe ottenuto il medesimo risultamento se si fosse trasportato altrove il polo della pedale.

Mi propongo ora di risolvere questo dubbio col dimostrare che se la pedale di una curva della quale è data l'equazione ha potenza in ogni punto del piano, o, diremo più brevemente, *ha potenza* quando il polo della pedale coincide coll'origine delle coordinate, essa conserva questa sua proprietà comunque si trasferisca il suo polo in rispetto alla curva. Ricordando che una linea *ha potenza* se il membro supremo della sua equazione è della forma $A_0(x^2+y^2)^k$, essendo A_0 una costante, x e y le

---

(*) Nel T. III, della S. IV, a pag. 277-285. Nella presente Memoria II.ª si numereranno le equazioni in continuazione di quelle notate nella Memoria ora citata, alcune delle quali saranno anche qui richiamate.

coordinate generali della curva, k un numero intiero e positivo, dimostrerò ancora che se la pedale di una curva data per mezzo della sua equazione ha potenza, e perciò il membro supremo dell'equazione della pedale è della forma ora ricordata, la pedale conserverà tale proprietà comunque si sostituiscano ai coefficienti dell'equazione data altri coefficienti, compreso lo zero, purchè i nuovi coefficienti non abbiano valori tali da rendere nulla la costante A_0. Accennerò in fine i risultamenti che si possono avere nel caso che valori particolari dei coefficienti dei termini dell'equazione della curva data rendessero la costante $A_0 = 0$.

I.

Sia data l'equazione che si supporrà del grado n

$$\varphi(\alpha, \beta) = 0 \tag{16}$$

di una curva riferita a due assi coordinati ortogonalmente nel suo piano. È stato dimostrato che si può ottenere l'equazione

$$\psi(x, y) = 0 \tag{17}$$

della pedale della curva in rispetto all'origine delle coordinate col sostituire nell'equazione (16)

$$\frac{\lambda}{\mu}x + y \quad \text{e} \quad \frac{\lambda}{\mu}y - x \quad \text{a luogo di } \alpha \text{ e } \beta \tag{18}$$

rispettivamente e poscia porre eguale allo zero il discriminante, in rispetto al parametro $(\lambda : \mu)$, dell'equazione trasformata [*]. Però per la soluzione del problema qui proposto, non è necessario conoscere tutta l'equazione della pedale della curva (16), ma soltanto il membro supremo di tale equazione e chiarire se esso sia o non sia riducibile alla forma

$$A_0(x^2 + y^2)^k, \tag{19}$$

ove A_0 è una costante e k un numero intiero e positivo [**]. È facile

---

[*] Frattini — *Un teorema di geometria.* Roma, Tipografia delle Scienze Matematiche e Fisiche, 1873.

[**] Veggasi: *Delle curve piane algebriche che hanno potenza* ecc. Memorie di quest'Accademia T. X della S. IV, p. 340.

dimostrare che il membro supremo dell'equazione della pedale è il discriminante del membro supremo dell'equazione (16) trasformato.

Indichiamo con μ_s la funzione

$$a_s\lambda^s + b_s\lambda^{s-1}\mu + c_s\lambda^{s-2}\mu^2 + \cdots + h_s\mu^s,$$

nella quale $a_s, b_s, c_s, \ldots, h_s$ sono funzioni algebriche razionali intiere e omogenee delle variabili x e y, e del grado s. L'equazione (16) trasformata e liberata dai divisori colla moltiplicazione dei suoi termini per μ^n avrà la forma

$$20)\qquad u_n\lambda^n + u_{n-1}\lambda^{n-1}\mu + u_{n-2}\lambda^{n-2}\mu^2 + \cdots + u_0\mu^n = 0:$$

rappresentiamo con U il discriminante del primo membro di questa equazione e con Δ il discriminante del suo membro supremo u_n. La stessa equazione (20) scritta per disteso sarebbe

$$\begin{aligned}
21)\qquad a_n\lambda^n + b_n\lambda^{n-1}\mu + c_n\lambda^{n-2}\mu^2 + d_n\lambda^{n-3}\mu^3 + \cdots + h_n\mu^n \\
+ b_{n-1}\lambda^{n-1}\mu + c_{n-1}\lambda^{n-2}\mu^2 + d_{n-1}\lambda^{n-3}\mu^3 + \cdots + h_{n-1}u^n \\
+ c_{n-2}\lambda^{n-2}\mu^2 + d_{n-2}\lambda^{n-3}\mu^3 + \cdots + h_{n-2}u^n \\
+ d_{n-3}\lambda^{n-3}\mu^3 + \cdots + h_{n-3}u^n \\
+ \cdots\cdots\cdots\cdots \\
+ h_0\mu^n = 0
\end{aligned}$$

e ciò rende manifesto che se si pone

$$\begin{gathered}
b = b_{n-1}, \quad c = c_{n-1} + c_{n-2}, \quad d = d_{n-1} + d_{n-2} + d_{n-3}, \ldots \\
h = h_{n-1} + h_{n-2} + h_{n-3} + \cdots + h_0,
\end{gathered}$$

risulterà

$$\begin{aligned}
22)\qquad U = \Delta + \left(\frac{\partial}{\partial b_n}b + \frac{\partial}{\partial c_n}c + \cdots \frac{\partial}{\partial h_n}h\right)^{(1)}\Delta + \frac{1}{1\cdot 2}\left(\frac{\partial}{\partial b_n}b + \frac{\partial}{\partial c_n}c + \cdots \frac{\partial}{\partial h_n}d\right)^{(2)}\Delta \\
+ \frac{1}{1\cdot 2\cdot 3}\left(\frac{\partial}{\partial b_n}b + \frac{\partial}{\partial e_n}c + \cdots + \frac{\partial}{\partial h_n}h\right)^{(3)}\Delta + \cdots
\end{aligned}$$

che posto eguale allo zero diventa l'equazione

$$U = \psi(x, y) = 0$$

della pedale.

È evidente che per essere le $a, b, c, \ldots$ tutte di grado inferiore a n il membro supremo dell'equazione

$$23) \qquad U = 0$$

è formato dalla funzione Δ, cioè dal discriminante del membro supremo dell'equazione (16) trasformato: e come i coefficienti del membro supremo dell'equazione (16) non variano comunque si trasporti da un punto all'altro del piano l'origine delle coordinate, si dovrà inferirne che quando il discriminante del membro supremo dell'equazione (16) trasformato riesce della forma (19), la pedale della curva rappresentata da quell'equazione avrà potenza quando il suo polo coincide coll'origine delle coordinate anche se l'origine delle coordinate sia stata trasportata comunque nel piano e la curva sia stata riferita ai nuovi assi, e perciò qualunque sia, in rispetto alla curva, il polo della pedale.

Da ciò segue altresì che se il discriminante del membro supremo dell'equazione (16) trasformato è della forma (19), la pedale della curva rappresentata dall'equazione (16) avrà potenza qualunque sieno, o comunque si mutassero, gli altri termini della stessa equazione (16); onde: *se il discriminante del membro supremo trasformato dell'equazione di una curva data riesce della forma* (19), *la pedale della curva ha potenza qualunque sia il polo della pedale e qualunque sieno i valori dei coefficienti dei termini dell'equazione della curva, purchè questi valori non rendano nulla la costante* A_0.

Suppongasi ad esempio che il membro supremo dell'equazione (16) sia

$$24) \qquad p\alpha^3 + q\beta^3;$$

la trasformata di questa funzione è

$$(px^3 + qy^3)\lambda^3 + 3(px^2y - qxy^2)\lambda^2\mu + 3(qx^2y + pxy^2)\lambda\mu^3 + (-qx^3 + py^3)\mu^3$$

e il suo discriminante risulta

$$25) \qquad p^2q^2(x^2 + y^2)^6;$$

perciò *ogni curva rappresentata da un'equazione col membro supremo della forma* (24) *ha per pedale una linea che ha potenza qualunque sia il polo della pedale e qualunque sieno i coefficienti dei termini dell'equazione della curva, purchè nè la* p *nè la* q *abbiano il valore zero.*

Così nel caso particolare che l'equazione della curva fosse della forma semplicissima

$$p\alpha^3 + q\beta^3 + h = 0\,,$$

la trasformata dell'equazione sarebbe

$$\begin{aligned} & px^3\lambda^3 + 3px^2y\lambda^2\mu + 3pxy^2\lambda\mu^2 + py^3\mu^3 \\ & qy^3\lambda^3 - 3qxy^2\lambda^2\mu + 3qx^2y\lambda\mu^2 - qx^3\mu^3 \\ & \qquad\qquad\qquad\qquad + \quad h\mu^3 = 0\,, \end{aligned}$$

e si avrebbe

$$\begin{aligned} a_3 &= px^3 + qy^3\,, & & \\ b_3 &= px^2y - qxy^2\,, & b &= 0\,, \\ c_3 &= qx^2y + pxy^2\,, & c &= 0\,, \\ d_3 &= -\,qx^3 + py^3\,, & d &= h\,, \end{aligned}$$

$$\Delta = a_3^2d_3^2 + 4a_3c_3^3 + 4b_3^3d_3 - 3b_3^2c_3^2 - 6a_3b_3c_3d_3$$

$$\frac{\partial\Delta}{\partial d_3} = 2a_3^2d_3 + 4b_3^3 - 6a_3b_3c_3\,,$$

$$\frac{\partial^2\Delta}{\partial d_3^2} = 2a_3^2\,,$$

e quindi

$$U = \Delta + \frac{\partial\Delta}{\partial d_3}h + \frac{1}{2}\frac{\partial^2\Delta}{\partial d_3^2}h^2:$$

fatte le sostituzioni e le riduzioni, si ottiene l'equazione della pedale

$$p^2q^2(a^2 + y^2)^6 - 2pqh(px^3 - qy^3)(x^2 + y^2)^3 + h^2(px^3 + qy^3)^2 = 0\,.$$

La pedale di una curva avrebbe potenza anche se il membro supremo dell'equazione della curva fosse del 4° grado e della forma

$$p^2x^4 - q^2y^4 = (px^2 + qy^2)(px^2 - qy^2)\,.$$

Infatti se si trasformino col mezzo delle (18) le due funzioni

$$a)\quad px^2 + qy^2\,, \qquad\qquad b)\quad px^2 - qy^2\,;$$

si ponga

$$a_0 = px^2 + qy^2, \quad a_1 = (p - q)xy, \quad a_2 = qx^2 + py^2,$$
$$b_0 = px^2 - qy^2, \quad b_1 = (p + q)xy, \quad b_2 = - qx^2 + py^2,$$

e si indichino con

$$\Delta_a, \ \Delta_b, \ \mathrm{E},$$

i discriminanti delle funzioni (a) e (b), trasformate, rispettivamente e il loro eliminante, si troverà

$$\Delta_a = a_0a_2 - a_1^2 = pq(x^2 + y^2)^2, \quad \Delta_b = b_0b_2 - b_1^2 = - pq(x^2 + y^2)^2$$
$$\mathrm{E} = (a_0b_2 - a_2b_0)^2 + 4(a_1b_0 - a_0b_1)(a_1b_2 - a_2b_1)$$
$$= 4p^2q^2(x^4 - y^4)^2 + 16p^2q^2x^2y^2(x^2 + y^2)^2 = 4p^2q^2(x^2 + y^2)^4,$$

onde

$$\Delta = \Delta_a\Delta_b\mathrm{E} = - 4p^4q^4(x^2 + y^2)^8:$$

espressione che non cambia valore se a p^2 si sostituisca $-p^2$: quindi: *una curva del 4º ordine, il membro supremo della quale sia della forma*

$$p\alpha^4 \pm q\beta^4$$

ha per pedale una linea del 16º ordine che ha potenza, qualunque sieno i coefficienti dei termini dell' equazione della curva, purchè nè la p *nè la* q *sieno lo zero, e qualunque sia il polo della pedale.*

Allorquando l'equazione del grado n ha coefficienti arbitrarii, e il discriminante del membro supremo dell' equazione trasformato è della forma (19) e perciò dell'ordine $2k$, essendo, generalmente parlando $k = n(n-1)$, si può con sicurezza ritenere che quando a luogo dei coefficienti arbitrarii si sostituissero coefficienti particolari con determinate relazioni fra loro, tali però da non rendere nulla la costante A_o, la pedale della curva avrà potenza; ma può accadere che l' equazione di questa pedale sia riducibile a un grado inferiore a quello ora detto. Si sa, per esempio, che in generale l' equazione della pedale di una conica, della quale

26) $$a\alpha^2 + 2h\alpha\beta + b\beta^2 + 2g\alpha + 2f\beta + c = 0$$

sia l'equazione, è rappresentata dall' equazione del 4° grado

$$27) \quad C^2(x^2+y^2)^2-2C(Gx+Fy)(x^2+y^2)$$
$$+(G^2+\Delta_1 b)x^2+2(FG-\Delta_1 h)xy+(F^2+\Delta_1 a)y^2=0$$

ove è

$$\Delta_1=\begin{vmatrix} a & h & g \\ h & b & f \\ g & f & c \end{vmatrix} \qquad C=ab-h^2, \quad F=gh-af, \qquad G=hf-bg,$$

e C è il discriminante del membro supremo dell' equazione (26): perciò qualunque sieno in casi particolari i valori dei coefficienti

$$28) \qquad a,\ h,\ b,\ g,\ f,\ c,$$

purchè questi valori non rendano nullo il discriminante C, la pedale della conica sarà una linea che ha potenza: ma può accadere, in casi particolari, che v' abbiano fra i coefficienti (28) relazioni tali da rendere

$$(G^2+\Delta_1 b)x^2+2(FG-\Delta_1 h)xy+(F^2+\Delta_1 a)y^2=D(x^2+y^2);$$

e quando ciò avvenisse, se si fa astrazione dalla soluzione $x^2+y^2=0$, l' equazione della pedale diventerebbe

$$C^2(x^2+y^2)-2C(Gx+Fy)+D=0,$$

rappresentante una linea del 2° ordine e precisamente un circolo.

Quando ciò avviene, quando, cioè, determinate relazioni fra i coefficienti dei termini dell' equazione data della curva hanno per effetto di diminuire il grado dell' equazione della pedale, come quelle relazioni, in generale, si mutano cangiando l' origine delle coordinate, è chiaro che la pedale particolare di grado inferiore a quello della pedale corrispondente al caso generale non può aver luogo se non quando il polo della pedale soddisfaccia a quelle certe condizioni che sono imposte dalle relazioni supposte fra i coefficienti dell' equazione data, e qualora si assumesse per polo della pedale un punto che non soddisfacesse a tali condizioni, la pedale sarebbe pure una linea che ha potenza, ma la sua equazione risalirebbe al grado corrispondente al caso generale.

Così nel caso particolare della conica rappresentata dall'equazione (5) a luogo dei coefficienti (28) si hanno i coefficienti

$$c^2 - b^2, \quad ab, \quad c^2 - a^2, \quad ac^2, \quad bc^2, \quad c^4,$$

rispettivamente e

$$\Delta = C = - c^2(a^2 + b^2 - c^2) \qquad \Delta_1 = \Delta^2 = C^2 = c^4(a^2 + b^2 - c^2)^2,$$
$$F = bc^2(a^2 + b^2 - c^2) = - b\Delta, \qquad G = ac^2(a^2 + b^2 - c^2) = - a\Delta$$
$$G^2 + \Delta_1 b = c^2\Delta_1 = F^2 + \Delta_1 a, \qquad FG - \Delta_1 h = 0;$$

e l'equazione (27) della pedale col proprio polo nell'origine delle coordinate, ove non si tenga conto della soluzione

$$x^2 + y^2 = 0,$$

si riduce alla

$$x^2 + y^2 + 2(ax + by) + c^2 = 0$$

che è la (4) e rappresenta un circolo: ma ciò avviene soltanto, come si è veduto, quando l'origine delle coordinate, e per conseguenza il polo della pedale, coincide con un fuoco della conica.

II.

Se il discriminante Δ del membro supremo trasformato dell'equazione di una data curva per valori particolari dei coefficienti si riduce a zero la pedale della curva non può essere, in generale, una curva che abbia potenza, poichè la funzione Δ che forma il membro supremo del discriminante U è del grado $2n(n-1)$ in rispetto alle variabili x e y, e se questo riesce identicamente nullo, il membro supremo del discriminante U è, in generale formato dal membro supremo del polinomio

$$30) \qquad \left(\frac{\partial}{\partial b_n} b + \frac{\partial}{\partial c_n} c + \cdots + \frac{\partial}{\partial h_n} h\right)^{(1)} \Delta$$

della formola (22) che essendo di grado impari non può essere ridotto alla forma (19).

Un esempio molto noto, nel quale si ha appunto $\Delta = 0$ s'incontra nella

ricerca delle pedali delle coniche. In generale la pedale di una conica rappresentata dall'equazione (26) ha potenza, come dimostra la sua equazione (27): se però si avesse

$$C = ac - h^2 = 0\,,$$

la conica sarebbe una parabola, e la pedale di una parabola è una cubica ciclica che non ha potenza se non nel punto nel quale la sua tangente è parallela all'assinto reale della curva. Questo risultamento è dato anche dalle formule precedenti. Sia

$$(p\alpha + q\beta)^2 + 2g\alpha + 2f\beta + c = 0$$

l'equazione della conica. È manifesto che il discriminante del membro supremo dell'equazione trasformato è nullo. L'equazione trasformata è

$$\begin{array}{rrr} p^2x^2\lambda^2 + & 2p^2xy\lambda\mu + & p^2y^2\mu^2 \\ + 2pqxy\lambda^2 - & 2pq(x^2-y^2)\lambda\mu - & 2pqxy\mu^2 \\ + \quad q^2y^2\lambda^2 - & 2q^2xy\lambda\mu + & q^2x^2\mu^2 \\ + & 2gx\lambda\mu + & 2gy\mu^2 \\ + & 2fy\lambda\mu - & 2fx\mu^2 \\ & + & c\mu^2 = 0 \end{array}$$

onde

$$\begin{aligned} a_2 &= p^2x^2 + 2pqxy + q^2y^2\,, \\ b_2 &= p^2xy - pq(x^2 - y^2) - q^2xy\,, \\ c_2 &= p^2y^2 - 2pqxy + q^2x^2\,, \end{aligned}$$

$$b = gx + fy\,, \quad c = -2fx + 2gy + c$$

$$\Delta = a_2c_2 - b_2^2 = 0\,, \quad \frac{\partial\Delta}{\partial b_2} = -2b_2\,, \quad \frac{\partial\Delta}{\partial c_2} = a_2\,,$$

$$\frac{\partial^2\Delta}{\partial b_2^2} = -2b_2\,, \quad \frac{\partial^2\Delta}{\partial b_2\partial c_2} = 0\,, \quad \frac{\partial^2\Delta}{\partial c_2^2} = 0\,;$$

è pertanto

$$U = -2b_2b + a_2c - b_2b^2$$

sostituendo i valori precedenti e ponendo il risultamento eguale a zero

$$U = 2(qg - pf)(px + qy)(x^2 + y^2) - (gx + fy)^2 + c(px + qy)^2 = 0 .$$

Se per semplificare si prende l'equazione della parabola nella forma

$$q^2y^2 + 2gx = 0 ,$$

si dovrà porre nell'equazione precedente

$$p = f = c = 0 ,$$

e si ottiene

$$y(x^2 + y^2) - \frac{g}{2q^2}x^2 = 0 ,$$

che rende evidente l'accennata proprietà della pedale della parabola (*).

Potrebbe accadere che insieme colla Δ riuscissero nulli anche i termini tutti del membro supremo del polinomio (30), e allora la pedale sarà una curva che ha potenza o non ha potenza secondo che il membro supremo del polinomio (22) sarà o non sarà della forma (19) o riducibile a questa forma.

In generale quando il discriminante Δ del membro supremo trasformato dell'equazione data di una curva è nullo, affinchè la pedale della curva abbia potenza è necessario

1° che il membro supremo del polinomio (22) sia di grado pari;

2° che tale membro supremo sia anche riducibile alla forma (19).

Un esempio molto semplice si ha nella ricerca della pedale della curva rappresentata dall'equazione

$$31) \qquad p\alpha^3 + 3g\alpha + 3f\beta = 0 .$$

Il discriminante del membro supremo dell'equazione trasformato è nullo:

(*) Cfr. - *Pedali delle coniche* - nel T. II, della S. V. di queste Memorie a pag. 130-131.

si ha poi

$$a_3 = px^3, \quad b_3 = px^2y, \quad c_3 = pxy^3, \quad d_3 = py^3,$$

$$b = 0, \quad c = gx + fy, \quad d = -3(fx - gy),$$

$$\Delta = a_3^2d_3^2 + 4a_3c_3^3 + 4b_3^3d - 3b_3^2c_3^2 - 6a_3b_3c_3d_3;$$

le derivate parziali del discriminante Δ, le quali pei precedenti valori non si annullano, sono

$$\frac{\partial^2\Delta}{\partial c_3^2} = 24a_3c_3 - 6b_3^2 = 18p^2x^4y^2, \quad \frac{\partial^2\Delta}{\partial c_3 \partial d_3} = -6a_3b_3 = -6p^2x^5y,$$

$$\frac{\partial^2\Delta}{\partial d_3^2} = 2a_3^2 = 2p^2x^6, \quad \frac{\partial^3\Delta}{\partial c_3} = 24a_3 = 24px^3;$$

mentre le derivate parziali del discriminante Δ in rispetto della b_3 non appariranno nella U per essere $b = 0$: si ha dunque

$$U = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial^2\Delta}{\partial c_3^2}c^2 + 2\frac{\partial^2\Delta}{\partial c_3 \partial d_3}cd + \frac{\partial^2\Delta}{\partial d_3^2}d^2\right) + \frac{1}{6}\frac{\partial^3\Delta}{\partial c_3^3}c^3,$$

e l'equazione della pedale apparisce dell'8° grado, stante che il suo membro supremo è formato da

$$\frac{1}{2}\left(\frac{\partial^2\Delta}{\partial c_3^2}c^2 + 2\frac{\partial^2\Delta}{\partial c_3 \partial d_3}cd + \frac{\partial^2\Delta}{\partial d_3^2}d^2\right).$$

È dunque soddisfatta la prima delle due condizioni affinchè la pedale possa essere una linea che ha potenza, ma non è soddisfatta la seconda; poichè sostituendo nella U i precedenti valori, si riconosce immediatamente che l'equazione che si ottiene ponendo il risultamento eguale a zero si risolve nelle due

$$x^3 = 0,$$

$$x\{y(gx + fy) + x(fx - gy)\}^2 + \frac{4}{9p}(gx + fy)^3 = 0. \tag{32}$$

Per $g=0$, l' equazione (31) prende la forma

$$33)\qquad p\alpha^3+f\beta^3=0,$$

e quella (32) diventa

$$34)\qquad x(x^2+y^2)^2+\frac{4f}{9p}y^3=0,$$

rappresentante una linea che ha potenza in quelli soltanto fra i suoi punti nei quali la tangente é parallela all' assintoto reale della linea stessa.

Quando é $\Delta=0$ il grado della pedale puó variare se si trasporta da un punto all' altro il suo polo. Questo grado é dato manifestamente dal primo dei termini, secondo l' ordine col quale sono scritti, che nell' espressione (22) della U non riesce eguale a zero, e se si avverte che il grado di questo termine dipenderá da quello delle funzioni $a_s, b_s, \ldots, h_s$ si riconosce come al variare del grado di queste debba variare anche il grado della pedale. Se il primo dei termini che nella formola (22) risulta diverso da zero é una derivata dell' ordine r e le $a, b, \ldots, h$ sono del grado s rispetto alle variabili x e y l' equazione della pedale riuscirá del grado

$$2n(n-1)-rn+rs=2n(n-1)-r(n-s).$$

Ció posto, puó accadere che quando si trasporta da un punto all' altro del piano l' origine delle coordinate succeda una variazione nella forma dell' equazione della curva data, per la quale essa acquisti, o perda, alcuni dei suoi termini e che conseguentemente varii il grado delle $a, b, \ldots, h$: e quando ció avviene, varierá il grado della pedale corrispondente alla diversa origine delle coordinate.

Riprendasi in esame la pedale della curva rappresentata dall' equazione (31). Se il polo della pedale coincide colla origine delle coordinate, si ha

$$r=2,\quad s=1,\quad 2n(n-1)-r(n-s)=8,$$

e l' equazione della pedale doveva manifestarsi del grado 8°. Si voglia ora che il polo della pedale sia il punto $(-X,\ -Y)$; e perció si trasporti in questo punto l' origine delle coordinate col porre nell' equazione (31) $\alpha+X$ e $\beta+Y$ in luogo di α e β rispettivamente, poi si cerchi l' equazione della pedale col suo polo nella nuova origine delle coordinate.

L' equazione (31) prende la forma

$$p(\alpha + X)^3 + g(\alpha + X) + f(\beta + Y) = 0;$$

la sua trasformata diventa

$$\begin{aligned} px^3\lambda^3 + 3px^2y\lambda^2\mu + \quad & 3pxy^2\lambda\mu^2 + \quad py^3\mu^3 \\ + 3pXx^2\lambda^2\mu + 3\cdot 2pXxy\lambda u^2 & + 3pXy^2\mu^3 \\ + \quad 3pX^2x\lambda\mu^2 & + 3px^2y\mu^3 \\ + \quad 3gx\lambda\mu^2 & + \quad 3gy\mu^3 \\ + \quad 3fy\lambda\mu^2 & - \quad 3fy\mu^3 \\ & + \quad pX^3\mu^3 \\ & + \quad 3gX\mu^3 \\ & + \quad 3fY\mu^3 = 0. \end{aligned}$$

posto per brevità

$$u = (pX^2 + g)x + fy, \quad v = fx - (pX^2 + g)y, \quad P = pX^3 + 3(gX + fY),$$

sarà

$$\begin{aligned} a_3 &= px^3, \\ b_3 &= px^2y, & b &= pXx^2, \\ c_3 &= pxy^2, & c &= 2pXxy + u, \\ d_3 &= py^3, & d &= 3pXxy - 3v + P, \end{aligned}$$

$$\Delta = a_3^2d_3^2 + 4a_3c_3^3 + 4b_3^3d_3 - 3b_3^2c_3^2 - 6a_3b_3c_3d_3:$$

le derivate parziali della Δ che non riescono identicamente nulle e i loro valori sono

$$\frac{\partial^2\Delta}{\partial b_3^2} = 6p^2x^2y^4, \qquad \frac{\partial^2\Delta}{\partial c_3^2} = 18p^2x^4y^2, \qquad \frac{\partial^2\Delta}{\partial d_3^2} = p^2x^6,$$

$$\frac{\partial^2\Delta}{\partial b_3\partial c_3} = -18p^2x^3y^3, \quad \frac{\partial^2\Delta}{\partial b_3\partial d_3} = 6p^2x^4y^2, \quad \frac{\partial^2\Delta}{\partial c_3\partial d_3} = -6p^2x^5y,$$

$$\frac{\partial^3\Delta}{\partial b_3^3} = 24py^3, \qquad \frac{\partial^3\Delta}{\partial c_3^3} = 24px^3, \qquad \frac{\partial^3\Delta}{\partial b_3\partial c_3\partial d_3} = -6px^3,$$

$$\frac{\partial^3\Delta}{\partial b_3^2\partial c_3} = -12pxy^2, \quad \frac{\partial^2\Delta}{\partial b_3\partial c_3^2} = -12px^2y, \quad \frac{\partial^2\Delta}{\partial b_3^2\partial d_3} = 14px^2y;$$

onde

$$U = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial^2\Delta}{\partial b_3^2}b^2 + \frac{\partial^2\Delta}{\partial c_3^2}c^2 + \frac{\partial^2\Delta}{\partial d_3^2}d^2\right) + \frac{\partial^2\Delta}{\partial b_3 \partial c_3}bc + \frac{\partial^2\Delta}{\partial b_3 \partial d_3}bd + \frac{\partial^2\Delta}{\partial c_3 \partial d_3}cd$$

$$+ \frac{1}{6}\left(\frac{\partial^3\Delta}{\partial b_3^3}b^3 + \frac{\partial^3\Delta}{\partial c_3^3}c^3 + \frac{\partial^3\Delta}{\partial d_3^3}d^3\right) + \frac{\partial^3\Delta}{\partial b_3 \partial c_3 \partial d_3}bcd$$

$$+ \frac{1}{2}\left(\frac{\partial^3\Delta}{\partial b_3^2 \partial c_3}b^2c + \frac{\partial^3\Delta}{\partial b_3 \partial c_3^2}bc^2 + \frac{\partial^3\Delta}{\partial b_3^2 \partial d_3}b^2d\right);$$

fatte le sostituzioni dei precedenti valori e posto il risultamento eguale allo zero, si ottiene un'equazione della pedale che apparisce veramente del 10° grado, ma che si risolve nelle due

$$px^3 = 0,$$

$$-6p^3X^2x^3y^4 + 9px(xv + yu)^2 - 6px(Px - 3Xu)(xv + yu)$$
$$+ pP^2x^3 - 6pXx^2u + 4u^3 = 0.$$

Se in quest'ultima equazione che è del 7° grado si pone $X = 0$, essa si abbassa di grado riducendosi alla seguente del 5° grado

$$9px(y(gx + fy) + x(fx - gx))^2 - 6pfYx^2(y(gx + fy) + x(fx - gy))$$
$$+ pf^2Y^2x^3 + 4(gx + fy)^3 = 0:$$

e se si vuole sia anche $Y = 0$, si ottiene di nuovo l'equazione (32).

Concludasi che la pedale della curva rappresentata dall'equazione (31), se si fa astrazione dalle soluzioni $x = 0$, è una linea del 5° ordine se il polo della pedale è un punto dell'asse y delle ordinate ed è invece una linea del 7° ordine se il polo è qualsivoglia altro punto del piano. Se, infine, l'equazione della curva fosse della forma più semplice (33) la sua pedale col polo nell'origine delle coordinate sarebbe una linea del 5° ordine che avrebbe potenza in quei punti soltanto nei quali la tangente è parallela all'asse $x = 0$ cui è parallelo l'assintoto reale della linea medesima.

RICORDI STORICO-CRITICI

INTORNO

IL PARTO FORZATO ED IMMEDIATO PER LE VIE NATURALI NELLE MORTE INCINTE

IN SOSTITUZIONE DEL TAGLIO CESAREO

E SUE NUOVE E VARIE APPLICAZIONI

NOTA

DEL

Cav. Dottor FERDINANDO VERARDINI

(Letta nella Sessione ordinaria delli 18 Febbraio 1894).

Unicuique suum.
La Storia è la maestra degli Uomini.

Dacchè venni pubblicando nel fascicolo di Marzo del 1859 nel *Bullettino* della nostra Medico-Chirurgica Società il fatto che casualmente ebbi ad osservare eseguito dall'illustre e sempre con affetto da me ricordato Prof. Comm. Francesco Rizzoli, e nel modo il più pronto, facile e semplicissimo, ossia l'estrazione col parto forzato d'un feto a termine per le vie naturali, da una Signora improvvisamente mancata alla vita, ne rimasi tanto colpito che volli di subito renderlo noto ai Colleghi perchè se ne approdassero.

Di tale mia sollecitudine rimasi poi seguitamente soddisfatto, in quanto che datomi a tutt'uomo a ricercare se altri prima di me avessero pubblicato studii particolari su questo proposito, potei accertarmi che il campo era vergine, che nessuno prima di me si era preoccupato di coltivarlo, che nessuno s'era formato del metodo or mo accennato *un concetto scientifico*, ma attuatolo puramente in modo pratico, e ciò fino dai più lontani tempi, cominciando da Celso, in talune gravissime contingenze, come unica àncora di salvamento, ma non quale un *precetto*, e specialmente da adottarsi in casi di donne morte incinte ed a gravidanza inoltrata, per essere sostituito al taglio Cesareo.

Questa affermazione, ch' è molto importante per la Storia, verrà autorevolmente suffulta riportando parole e fatti narrati da illustri Clinici ostetrici e da valentissimi Colleghi, a mano a mano che svolgerò succintamente i presenti ricordi; coi quali ho mirato appunto di coordinare tutto che di più importante si è verificato sopra questo argomento, cominciando dall'anno 1859 a tutto il presente e mostrare le inesattezze accidentalmente incorse.

Per seguire adunque la parte istorica, è mio obbligo, che soddisfo colla massima compiacenza, il dichiarare che il nostro celebratissimo Clinico Chirurgico, Rizzoli, e come se ne esprime Esso medesimo nella importantissima Collezione delle Memorie di Lui (pubblicata in due volumi nell'anno 1869), *per evitare ulteriori e gravi dispiacenze* nelle quali era incorso per mal animo d'un suo Collega, trovò molto opportuno di avvalersi del parto forzato ed immediato per le vie naturali al fine di estrarre dalle morte incinte i loro feti piuttosto che eseguire l'orrendo taglio Cesareo e ne dava contezza nelle sue Lezioni ai giovani studenti della nostra Università.

Ma di questo suo metodo non se ne faceva motto da alcuno e non si pubblicarono fatti, i quali ne rendessero manifesta l'adottazione, o ne provassero l'utilità.

E qui mette bene il riportare le dichiarazioni pubblicate da valorosi Colleghi, raffermative il mio asserto, non solo di connazionali, sì bene di esteri.

Per fermo, il chiarissimo Sig. Prof. Sante Sillani, nel pregevole suo *Manuale d'Ostetricia,* alle pagine 203 e 204 del Vol. 2°, 1868, così si esprime:

« Il convincimento sull'utilità ed importanza del metodo Rizzoli, indussero il Verardini ad illustrarlo e renderlo di pubblica ragione. Fino al 1859 la stampa aveva taciuto su questo, ed il Verardini fu il primo che nel Marzo di detto anno, non solo mostrò la convenienza di questo metodo nuovo e la maniera di praticarlo, ma ne fece eziandio sentire l'utilità *scientifico-religioso-forense* che dal medesimo ne sarebbe derivata, e con molta saviezza fece conoscere al Governo la convenienza di modificare la legge in siffatto proposito ».

« L'articolo detto, per altro, fruttò al Verardini delle obbiezioni e specialmente dall'illustre Prof. Scipione Giordano. Ma non rimase in silenzio e trovò nuovi e plausibili argomenti ed anche ben gravi ragioni per sostenere il suo assunto; quindi degnamente rispose al suo dotto oppositore... Laonde non solo ebbe l'approvazione di molti ed importanti Giornali dell'Arte, ma quello che più monta si è che il Giordano medesimo, colla ingenuità ch'è propria dei dotti e probi cultori dell'Arte salutare, inviandogli una sua Lettera, dichiarò di apprezzare molto le osservazioni di Lui, e desiderare che la quistione venisse sciolta dai fatti ».

Ed essi non mancarono siccome risulterà un po' più avanti, desiderando di produrre ancora altre autorevolissime conferme, onde togliere qualsiasi dubbietà (senza molto curarmi delle date) intorno le affermazioni storiche da me indicate; locchè stà in cima d'ogni mio pensiere.

Il chiarissimo Sig. Prof. Aurelio Finizio, Clinico ostetrico in Napoli, mi scrisse una Lettera, inserita poscia nel *Bullettino* di questa nostra Medico-Chirurgica Società, alla pagina 159 del 1862, XVIII, nella quale se bene conosca avere il preclaro Collega ecceduto verso di me in troppa cortesia e mi senta ritroso di qui richiamarla, tuttavia non credo di dovermene esimere perchè in modo speciale raffermativa le or poste premesse e perchè appartiene così com'è alla Storia.

« Il nodo gordiano del Parto forzato in sostituzione della gastro-isterotomia *post-mortem*, Ella pregevole Collega Verardini l'ha sciolto, e ritenga pure che l'ha sciolto non col romanzo, ma coll'eloquenza dei fatti. Dopo avere con attenzione letta la dettagliata Memoria di Lei all'oggetto pervenutami dal Sig. Commendatore De Renzi, me ne avvalsi, non ha molto, in una mia Lezione ecc..... Onorevole Collega, il parto forzato in sostituzione della gastro-istero-tomia, da oggi in poi resterà questa nella mente solo dei parolai teoretici, ma non certo nell'animo dei Clinici di azione. Ella col suo lavoro ha dato un positivo impulso a questo punto trascurato di pratica ostetrica, ed è meritevole di lode. La accolga pure da parte mia con animo sincero e mi abbia per suo Dev. Collega Aurelio Finizio ».

L'egregio Sig. Dott. Gaetano Moretti nell'anno 1877 pubblicò in Milano un suo scritto « Sul parto forzato nella donna gestante e prossima a morire ». Alla quarta pagina dice: « Il Rizzoli nel 1834 praticò la versione e l'estrazione del feto per le vie naturali in donna morta incinta per rottura d'antico aneurisma, e d'allora inculcò colla parola e coll'esempio ai suoi discepoli d'attenersi ad un tal metodo..... Se non che *veruna Memoria scritta* era comparsa per divulgarlo e sottoporlo alla critica della Scienza. Il Verardini s'assunse questo compito e con quella passione che può dare il convincimento, nel *Bullettino delle Scienze Mediche di Bologna*, e negli *Annali Universali di Medicina di Milano*, si fece strenuo ed indefesso propugnatore del metodo Rizzoli e..... *raccolse tale una messe di fatti*, da rendere persuasi anche i meno proclivi, a riconoscere la bontà del metodo, una delle cui prerogative è quella di proteggere la vita della madre quando la morte della stessa non fosse che apparente; ciò che non si ottiene certo col parto Cesareo.

Il chiarissimo Sig. Dott. Rosario Vitanza pur Esso ha spezzato una lancia a favore: *Del parto forzato su donne agonizzanti*, Napoli 1892.

Premesso, Ei dice, che il merito della diffusione del metodo Rizzoli si

deve al Verardini, il quale con perseverante lavoro fece sapere ovunque che il Rizzoli estraeva il feto dalla donna morta col solo soccorso della mano, facendo il parto forzato ecc. dopo avere esposto i casi a Lui offertisi e con esito felicissimo, dichiara apertamente che « non solo si estraggono così dei feti vivi, ma anche che le madri morienti talvolta ritornano in vita » come lo addimostrano le istorie da me e da altri riferite. Inoltre prova, l'onorevole Collega, che questo metodo operatorio *non porta lesioni o danni gravi alla madre,* non riscontrandosi nell' utero che quelle lesioni superficiali del suo collo, le quali avvengono anche nel travaglio del parto naturale, se la testa del feto é alquanto voluminosa; e conferma pur Esso, che questo procedimento operativo non desta orrore agli astanti come l' operazione cesarea.

L' illustre Clinico Ostetrico in Bruxelles lo Hyernaux, nel suo *Trattato pratico dei parti,* dell' anno 1866 alla pagina 800 parlando del parto forzato così s'esprime: « Nous entendons par *accouchement forcé* l' extraction aussi prompte que possible du foetus á travers les voies naturelles, alors que celle ci sont encore *peu ou point preparées* a se laisser franchir. La difference entre cette extraction forcée et l' accouchement prematuré artificiel est essentielle; dans celui ci la nature fait presque tout; l' art ne lui communique qu' une légére impulsion, mais sure; dans le premier au contraire, l' art agit presque seul, et tout ce que la nature cede, il faut le lui arracher avec effort ». Stupenda definizione che proprio, proprio traduce esattamente il processo operativo e par quasi addimostri l' affrettata sollecitudine dell' Uomo dell' Arte, per sopperire all' imperioso momento, al fine di tentare con un mezzo pronto e violento di salvare la vita periclitante della madre, o del feto a tenore del caso intorno a cui si dibatte.

Anche un esimio nostro Collega porse un' esatta definizione e veramente corretta del *parto forzato,* e dell' *aborto ad arte precurato* che a decoro della presente e modesta mia Annotazione riporto. Alludo ad un pregevole lavoro monografico del chiarissimo e compianto Sig. Dott. Antonio Agostini « Sul parto prematuro e sull' aborto per arte provocati » che nell' anno 1860 inserí negli *Annali Universali di Medicina di Milano,* volume 173, fascicolo di Agosto e di Settembre.

« Il parto prematuro artificiale é quella specie di sgravamento anzi termine fisiologico, a cui l'Arte determina natura dal settimo mese in poi, con mezzi dinamico-meccanici, allo scopo benefico di salvare possibilmente madre e feto dai pericoli necessariamente inerenti alla continuazione e al compimento della gravidanza, non che alle pratiche altrimenti indispensabili ad epoca di maturitá, le quali esporrebbero od ambedue le vite, od indubbiamente l' una o l' altra a sicura perdita.

« Per ragione di tempo il parto prematuro artificiale si distingue dal-

l' *abórto;* per indole di procedimento dal *parto forzato.* E concluse molto opportunamente che « Fra le più valide cause che influirono a far ritardare lo *sviluppo* di questa operazione, e che le procacciarono tante opposizioni é senza dubbio alcuno da annoverarsi la confusa promiscuità con cui si alternarono ed affestellarono insieme i due vocaboli *parto prematuro* ed *aborto* ».

Posto quest' intermezzo, per le ragioni esposte, termino il riferimento sopra l' illustre Autore Belga, il quale esattamente riporta i fatti da me pubblicati a diffusione ed a sostegno dell' operato dal Rizzoli e li dichiara, alla pagina 807, eloquentemente favorevoli, e riconosce la *facilità* dell' esecuzione, la sua sicurezza e la prontezza sua. Essa ha poi il merito singolare (*inappréciable*) di non compromettere la situazione della donna se essa é non completamente estinta.

Il celebratissimo Schroeder, alla pagina 254 del suo *Manuale d' Ostetricia*, 1883, dichiara che « il Verardini si fece caldo e convinto difensore e propagatore della dottrina del Rizzoli » massime riflettendo alla grande facilità con cui vide attuato il parto forzato, o parto provocato ed artificiale istantaneo per le vie naturali.

Mi torna qui opportuno, a verità storica e per ispeciali mie ragioni, di rilevare fin d' ora che il chiarissimo e celebrato Autore che ricordo, non parmi si addimostri poi tanto inesorabilmente ostile al *parto forzato*, come sembra lo voglia far ritenere l' onorevole Sig. Dott. L. M. Bossi, libero docente Ostetricia in Genova, di cui da ultimo porgerò una rivista critica della sua Memoria « Sulla provocazione artificiale del parto, e sul *parto forzato*, col mezzo della dilatazione meccanica del collo uterino » estratta dagli *Annali di Ostetricia e Ginecologia,* del Dicembre 1892.

E per fermo, l' illustre Schroeder da veramente savio ed erudito scienziato, con bei modi pone innanzi le sue idee relative all' un metodo, piuttosto che ad altro, ed alla pagina 255 op. cit., annota prudentemente che « a diversa indicazione si deve obbedire quando la donna fosse venuta in fine di vita per malattia acuta, non di necessità mortale, o per qualche grave accidente o complicazione insorti improvvisamente come ad esempio, le varie manifestazioni croniche, le apoplessie, le congestioni e gli edemi polmonali, l' assistolia e via dicendo ; *in questi casi vuolsi data la preferenza al parto forzato*, sino a che é acconsentito, senza straordinaria difficoltà, dallo stato delle vie naturali, ed in qualche caso si é visto la donna che già si credette morta, dopo il parto rianimarsi non solo, ma ancora guarire ».

Vi può essere modo più proprio di trattare la quistione, e non é esso la conferma di quanto é stato dichiarato, or qua, or là da quegli egregi confratelli che s' occuparono senza prevenzione del metodo ora discusso e riesaminato?

Dopo tale avvertenza, che non mi ha stornato dall' argomento, almeno a mio vedere, e parmi anzi l' abbia chiarito, riprendo il mio cammino e riferisco ulteriori valutazioni sul metodo Rizzoli, di talun altro eminente Ostetrico straniero ed incomincio dal Depaul.

Il quale, nella sua Memoria, intitolata « De l' operation Cesarienne *post mortem* à l' occasion d' une discussion soulevée sur ce sujet à l' Académie Imperiale de Medicine » Paris 1861, si addimostrò propenso ad accogliere il metodo del Rizzoli, o metodo Italiano come fu chiamato, ed alla pag. 46 op. cit. afferma nella sua undecima conchiusione: « Avant de recourir à l' operation Cesarienne *post-mortem* il emport de s' assurer si l' enfant peut-être extrait par les voies naturelles » ecc.

Anche il chiarissimo Sig. Dott. A. Thévenot inserì negli *Annali di Ginecologia*, Parigi 1878, una ben compilata ed estesa Monografia intitolata: « de l' accouchement artificiel par les voies naturelles, substitué à l'operation Cesarienne *post-mortem* ».

Premette a questo suo dotto lavoro una bibliografia alquanto estesa, indi enumera i lavori principali di Chirurghi Esteri e di Italiani, i miei compresi, e ne svolge i fatti storici dei quali Esso ha potuto venirne a conoscenza.

Scrutando l' argomento, per prima cosa ricorda il fatto rarissimo del Rigaudeaux che chiamato l' otto Settembre 1745 nel villaggio di Lowarde per assistere una partoriente, certa Dumont, il marito l' avvertì che era pur troppo tardi, e che sua moglie era da due ore morta e che non si era trovato Chirurgo per farle l' operazione Cesarea.

Informatosi minutamente del caso ed avendo manifestato il desiderio d' esaminare la morta, trovò che aveva molta schiuma alla bocca e non riscontrò in essa alcun segno addimostrativo che la vita non fosse ancora affatto spenta. Gli corse quindi alla mente l' idea d' esplorare la donna col dito introdotto in vagina e verificò l' orifizio molto dilatato e già formate le acque. Rotte le membrane, sentì la testa del feto, ed assicuratosi che l' orificio della matrice era sufficientemente aperto, fece la versione e con somma facilità compì il parto Agrippino, consegnando nelle mani della balia il feto che sembrava morto, consigliandola però a prestarvi molte cure, che suggerì, e ciò per non perdere tempo. Fatto è che il bambino dopo alcune ore si mostrò vivo e tale si mantenne, e la madre pure si riebbe e ricuperò perfetta salute.

Volli qui riprodurre alla distesa il caso occorso al Rigaudeaux perchè attragga pur sempre l' attenzione degli Ostetrici novelli, e perchè da altri è stato riferito non esattamente (e lo prova lo stesso Corradi nella sua Opera classica e di cui ripetutamente terrò proposito) e perchè riconfermativo non solo la facilità colla quale può eseguirsi ed il breve tempo che trascorre nell' attuare il parto forzato, sì bene ancora per addimostrare ai

dubbiosi ed ai negativi che il feto si puó estrarre e si estrae vivo, come ho notato in più luoghi pel passato ed eziandio nell' attuale compilazione di questi cumulativi storico-critici ricordi.

Richiamato questo *forse* primo fatto, il quale é tanto consunstanziato coll' argomento, fo ritorno al chiarissimo Thévenot per quel tanto che mi riguarda, premendomi di far conoscere esattamente le cose come nacquero e si svolsero.

Sono impertanto costretto di rilevare succintamente che l' onor. Signor Collega alla pagina ottava, ove parla del parto forzato e dice che; « *il faut arriver jusqu' en 1861 pour entendre une voix autorisée conseiller l' accouchement forié aprés la morte, même au prix d' un debridement du col* » non si é apposto al vero, e Gli ricordo e Gli affermo d' avere io replicatamente ed in varie circostanze pubblicato: che il Rizzoli l' attuó fino dal 1833, e Gli sottopongo che la riportata affermazione é poi anche in contraddizione con ció ch' Esso stesso ha in altro luogo dichiarato.

Un secondo appunto che debbo fare all' egregio Sig. Thévenot é questo e cioé di attribuire alla pagina nona al compianto ed esimio Collega Belluzzi Dott. Cesare, il merito d' *avere per primo* addimostrata la facilitá dell' esecuzione del parto forzato. No, questo non é; e le numerose comunicazioni pubblicate rendono manifestamente evidente l' errore di data e di fatti, e mi dispenso da ulteriori parole limitandomi a conferma sicura di riportare quelle colle quali il Belluzzi incominció il suo riferimento inserito nel *Bullettino delle Scienze Mediche di Bologna*, Serie 4ª, Vol. XVI, pag. 195: Sul « Parto forzato in donna gravida nel nono mese, prossima a morire ». Dappoiché *Due anni or sono* l' egregio Verardini fece conoscere per le stampe ecc. il metodo adottato dal Rizzoli per estrarre dall' utero il feto nelle donne morte incinte e cioé il parto forzato *anche fuori del travaglio del parto,* avendo osservato un caso che interessa questo vitale argomento dell' Ostetricia mi sento obbligato di pubblicarlo ecc. Altre affermazioni non esatte le rilevo alla pagina 22, ove dopo aver notato il modo col quale il Rizzoli eseguiva materialmente l' atto operativo per liberare le morte incinte dal loro portato, afferma che: « *ces amis d' abord, plus tard ses éléves, accepterent cette idée, si bien que les accoucheurs qui sortaient de l' École de Bologne ne perdaient pas une occasion de tenter l' accouchement par les voies naturelles. Les faits se multiplierent, et une fois nombreux, Verardini et Belluzzi en Italie, Iansens en Belgique, se mirent à les faires connaître* ».

È verissimo, e l' ho ben dichiarato nelle mie Memorie che il Rizzoli anche dalla Cattedra invitava i giovani studenti a giovarsi di questo metodo, specie a scanso di dispiacenze gravi, ma nessuno mai pensó di attuarlo, o n' ebbe circostanza, né alcun scrittore di cose ostetriche pubblicó fatti di estrazione di feti dalle vie naturali in morte incinte, e ripeto che

solo io e non altri in Italia mi diedi a pubblicare, a promulgare, a difendere il metodo Rizzoli, o metodo Italiano *come concetto scientifico*, e gli Ostetrici ed i Chirurghi s' accordarono ad accettarlo allora quando vennero a cognizione dei fatti da me raccolti e seguitamente da altri. Per cui stá bene quanto un po' più oltre nota ed afferma l' onorevole Sig. Dott. Thévenot e cioé: « *Les Medecins Italiens ont fait cette methode leur, et il serait injust de ne pas lui laisser le nom de methode Italienne ou de Rizzoli* ».

Altri errori di data e di inesatta attribuzione dei fatti occorsi si rilevano sfuggiti all' esimio Thévenot e mi duole d' essere stato costretto d' accennarli, ma il compito che mi sono prefisso essendo quello appunto di coordinare e rettificare questi fatti e le particolarità loro, non ho potuto a meno, sebbene a male in cuore, di dispensarmene.

Vado sicuro che la causa principale delle incorse inesattezze, oltre le difficoltà che incontra in genere il compilatore, specialmente se Straniero, di rilevare il materiale necessario pelle sue ricerche, sia da attribuirsi al non avere il Thévenot potuto consultare l' Opera stupenda dell' illustre nostro Collega e concittadino, il Comm. Alfonso Corradi, ahi troppo presto rapito ai progressi della Scienza e dell' Arte, intitolata: « Dell' Ostetricia in Italia, dalla metà del Secolo scorso fino al presente, e pubblicata nel 1874 ». Opera che stá ad imperituro monumento e glorioso, addimostrativo, specie agli Stranieri, che la Scienza ostetrica fu vastamente studiata ed esplorata dagli Italiani; Opera che l' illustre Sänger chiamò *fenomenale*, e mi condolgo che pur troppo questo grande lavoro, sia poco conosciuto e non studiato, specialmente dai nostri connazionali, e proprio, proprio da coloro che vorrebbero andare per la maggiore ed essere riconosciuti Maestri in Ostetricia.

Ebbene, alla pagina 696 avrebbe rilevato le seguenti parole che accenno appena, per indi passar oltre ad esaminare li altri studii che mi rimangono ed esaurire così il materiale più elaborato che sia stato offerto alla pubblica disamina. Eccole:

« Parecchi Colleghi e discepoli del Rizzoli seguivano la sua pratica e ne riconfermavano l' utilità: ma soltanto nel 1859 veniva essa fatta conoscere dal Verardini; il quale poi con altre scritture maggiormente illustrava, aggiungendo nuovi fatti e rispondendo alle obbiezioni, che particolarmente dal Prof. Giordano erano mosse alla pratica medesima ».

Esaurite queste disamine mi dispongo a rendere palese il convincimento del dottissimo Clinico Ostetrico di Padova, il Prof. Michele Frari, espresso nel suo Trattato di Ostetricia pratica, al Libro terzo, pagina 106 e seguenti, circa il tema del *parto forzato* ed alle sue applicazioni. Esso approva questo metodo e lo crede un mezzo sicuro per salvare talvolta la partoriente, ed unico poi per la prestezza e per la facilità della

sua àttuazione anche quando la donna è *primipara,* non in *soprapparto* ed a *collo chiuso.* Ne ricorda esempii ed afferma che non ebbe giammai a pentirsene per letali conseguenze, ed i feti vennero levati dalla matrice *vegeti* e *sani.*

La manualità la descrive di facile esecuzione e non temibile per la madre e pel feto nel maggior numero dei casi; laonde dichiara che non dev' essere biasimato, ma anzi accolto come unica àncora di salvezza in varie contingenze. *Io ho eseguito,* dice testualmente, *più volte il parto forzato per gravi accidenti che minacciavano la vita della madre e del feto, e la donna non ebbe a risentirsene dalla operazione ed il peurperio procedette regolarmente. Con ciò credo d' avere dimostrato l' opportunità del parto forzato nelle indicazioni ammesse dai pratici.*

Ebbene, anche questo erudito, onesto e valentissimo Cattedratico, per non avere sventuratamente attinto a purissime fonti storiche, ed essersi imbattuto a caso in Memorie od Articoli sul parto forzato non corretti, commise pur Esso errori storici e cronologici. Basti il citare il passo seguente che si legge alla pagina 109 del libro 3°, perchè emerga l' esattezza del mio appunto ed è questo: « L' operazione del parto forzato sarà più facile e meno ne soffrirà il feto, sempre che l' operazione venga eseguita prontamente, perchè il feto muore colla madre o poco dopo. Perciò l' Esterle, il Rizzoli, il Belluzzi, il Verardini ed altri per salvare il feto proponevano il parto forzato nell' agonia della gravida ».

Ora seguo narrando che l' operosissimo e dotto Collega ed Amico, il Sig. Dott. Angelo Cianciosi, Med. Chir. Prim. in Sora, coll' intendimento di portare un contributo alla Storia dell' Eclampsia ed alla statistica del *parto forzato*, e richiamarlo di nuovo in onore, si determinò di riferire due casi occorsigli da poco tempo ed uno con esito infausto per la madre.

Analizza impertanto il responso delle statistiche relativamente alla gastro-istero-tomia, col parto forzato e ricorda pur Esso che nella Storia dell'Ostetricia in Italia del celebre Corradi sopra 140 Sezioni Cesaree *post-mortem* si ebbero due soli feti vivi, che estratti vivi furono in condizioni di continuare la vita. Invece, di 60 casi, di cui 45 riferiti dal Corradi, 9 dal Verardini, 3 dal Bergesio, 1 dal Romiti, 1 dal Minella, 2 dal Bonpiani, sonosi avuti 22 feti vivi, senza contare quello da Lui estratto, che pur visse 20 giorni.

Analoghe conchiusioni, intorno questi risultamenti comparativi, annoto io, di trovarli dichiarati eziandio dall' illustre Morisani nel suo *discorso* recitato all'Accademia Medico-chirurgica di Napoli, riportato nella *Rivista Clinica Terapeutica* del 1883, e pur pure da varii altri, specie dall' esimio Sig. Dott. Vitanza di cui feci poc' anzi encomiato ricordo e come ne allusi in proposito.

Eziandio m' é caro di potere, anzi di dovere in questa compilazione annoverare uno studio speciale del valentissimo Collega Sig. Dott. Antonino D'Amato, che rese di pubblico diritto nel Giornale « il Filiatre Sebezio dell' anno 1867, alla pagina 333 e successive ». Sul parto prematuro forzato nelle donne incinte, in sostituzione del parto Cesareo *post-mortem*. In esso narra accuratamente che applicó questo metodo in una moriente, gravissimamente e da tempo inferma, in condizioni insomma che si addimostravano disperate, e tentò, ciò nulladimeno, l' operazione colla mira, se altro non fosse, di procurare di porre in salvo la periclitante esistenza del feto, ch' era vivo ed a termine, incoraggiato dalla lettura ch' aveva fatta di uno scritto dell' egregio Collega Dott. Cesare Belluzzi; al quale con espansione fervorosa attribuisce tutto il merito della diffusione del parto forzato, specie applicato nella moriente; scritto pubblicato nel 1861, e del quale ne porsi a suo luogo onorevole accenno.

Di questo suo caloroso apprezzamento ne faró poch' altre parole finali, appena narrato che avró in succinto la Storia dell' onorevole Sig. Dott. D'Amato, che cosi la continuo.

Dopo avere Esso verificato, entrato che fu colla mano nell' utero che facilmente si prestó, essere la testa giá discesa in basso nella escavazione, si decise d' applicare il forcipe, e ne estrasse felicemente un feto maschio e vivente; il quale peró uscito fuori nel vero stato d' idro-anemia, ed asfissia, dopo avere vagito e protratta la sua vita per circa un' ora, morí.

A rendere a mille doppii maggiormente interessante questo caso clinico rendo aperto che la moriente madre andó dopo l' operazione migliorando, si rianimó ed a maniera da illudersi essa medesima di poter superare i suoi mali cardiaci e riabilitarsi in sufficiente sanitá.

Ma appunto per le organiche sue alterazioni, ben determinate dal valente Medico, nel decimo giorno di puerperio la donna, che si chiamava De Paola, cessó alla vita per sincope improvvisa.

Ebbene si, sono lieto d' aver potuto registrare questo fatto nell' attuale compilazione, in quanto che mi appresta argomento e mi spiana la via per esprimere nettamente e con non molte parole, il concetto che si deve avere del *parto forzato eseguito su donna moriente* ed in istato d' avanzata gravidanza o sul terminare di questa; giacché alcuni l'hanno frainteso, e forse per ragioni particolari l' hanno voluto far ritenere in qualche modo diverso, *quasi nuovo*. Mai no; quest' atto operatorio non é puramente che una *ulteriore* applicazione del metodo eseguito nella donna giá morta, in sostituzione del parto Cesareo e come all' evidenza risulta dagli studii che sono andato e che vado ricordando.

Di questa affermazione mia, se pur se ne volesse una conferma, l' esibisco subito e ben volentieri di uno fra i piú autorevoli Ostetrici d' Italia,

e che ha poi il diritto di preminenza in questa materia; alludo a Francesco Rizzoli. Il quale, nella Collezione delle sue Memorie, al volume 2°, pagina 559 così si esprime: « L'esperienza mostrò che anche quando il travaglio del parto non è iniziato, il parto provocato ed artifiziale istantaneo per le vie naturali, da me proposto nella donna morta in sostituzione al parto Cesareo, allora quando un ostacolo insuperabile non impedisca di compierlo, *può essere adottato anche nella moriente*, affine di salvare *col medesimo*, con pari sicurezza il feto tutt'ora vivente ».

Analoga dichiarazione trovasi nella Memoria dell'esimio Collega e caro Amico il Dott. Federico Romei, resa di pubblico diritto nel *Bullettino delle Scienze Mediche* di questa Med. Chir. Società, nel fascicolo di Giugno del 1870, la quale incomincia colle nobili parole che riporto a rafferma dell'importanza acquistata in breve tempo mercè della promulgazione fatta da me del metodo Rizzoli. « Ora che con tanto onore della Scuola Bolognese all'Accademia Medico-Chirurgica di Bruxelles si discute il grave argomento *del parto forzato* nelle morte incinte o presunte tali e *non in travaglio di parto,* anche il chiarissimo Iansens (Segretario dell'Accademia) all'appoggio degli Scritti interessantissimi del Verardini e del Belluzzi, ha confermato che questo metodo adottato e proposto dal Rizzoli è una vera gloria italiana, spero ritornerà grata l'esposizione del fatto occorsomi ». Il quale è di sommo interesse e scorrendolo vi si notano le seguenti parole che traggo dalla 1ª conclusione: il metodo Rizzoli d'estrarre il feto per le vie naturali determinando il parto artificiale istantaneo, *se venga esteso alle morienti* è metodo sanzionato dalla pratica.

Aggiungo, a bella opportunità, che un egregio Collega, il Sig. Dott. Campione, ha qui di fresco pur Esso dichiarato alla pagina 243 del Giornale *La Puglia Medica* dell'anno 1893, parlando saviamente del *Parto forzato* da adottarsi nelle gravemente inferme, per malattie anche estranee alla gravidanza (riportando eziandio fatti occorsi all'illustre Prof. Maragliano; vedi anche il *Progresso Medico* del 15 Ottobre, N. 19, Napoli, alla pagina 464, « Sull'opportunità d'interrompere artificialmente la gravidanza in caso di malattia interna) » dichiara esplicitamente questo metodo « consigliato anche dall'Esterle » non essere che l'*allargamento delle indicazioni del parto forzato nelle morte incinte.*

Allargamento d'applicazione pratica che non si ristette solo ai casi del Rigaudeaux, del Pellegrini, dello Esterle, del Belluzzi, e prima di questi dai descritti da qualche altro, come risulta dalla Storia citata del Corradi, e cioè di eseguire tale metodo eziandio sulle gestanti venute a termine di vita per gravi evenienze sopraggiunte durante la loro gravidanza, ma che andò oltre e ne discorsi specialmente nella mia Memoria: « Del parto provocato e del parto forzato nelle agonizzanti e nelle incinte affette da cardo-

patie inserita negli Atti di questa Accademia al Volume 9, Serie 3ª, del 1878. A prova maggiore degli accennati ulteriori progressi nell' applicazione di questo metodo nei mali del cuore, mi rendo sollecito di chiarire che il Prof. Tibone aveva pur Esso verificato che nelle affezioni cardiache tiene un primo posto, e che ora in una recentissima sua pubblicazione, a rafferma, é giunto perfino a dichiarare che nella lunga ed estesa sua pratica, pubblica e privata, di dovere forse pentirsi d' avere troppo ritardata la provocazione del parto nei vizii cardiaci e nelle affezioni polmonari, mentre nei vizii pelvici talvolta si é rimproverato il precoce intervento.

M' innoltro ancora e narro che il celebratissimo Prof. Tarnier in una splendida ed eruditissima Lezione di Clinica Ostetrica, circa i rapporti fra l'assistolia e la gravidanza, riassunta nella *Rassegna d' Ostetricia e Genecologia,* N. 2. Napoli 15 Febbraio 1894 « addimostra che le malattie di cuore nelle donne incinte, hanno una speciale gravitá e sintomi speciali; la cardiopatia e la gravidanza influiscono una sull' altra, e la prognosi diviene piú grave ». Accenna in questa Lezione alle osservazioni dell' illustre Peter, tolto pur troppo al progresso Scientifico or non é molto; il quale provó essere dovuta la gravezza delle cardiopatie, complicate a gravidanza, al fatto che la massa sanguigna é piú considerevole nelle gravide, quindi che « meccanicamente » il cuore si stanca piú presto.

Anche il Durozier ha pubblicato ultimamente una Momoria in cui tratta dell' influenza delle malattie cardiache sulla gravidanza, e sonovi accennati lavori di un Badin, di un Porak, del Larchet, del Ducret, e del Blot, il quale giunse a determinare che la differenza nel cuore normale del suo peso che é di circa 280 grammi, in donna gravida (pag. 42, *Rassegna Ostetrica* cit.) questa differenza é di circa 50, oppure 60 grammi.

Ho raccolto l' asserzione, senza compromettermi di accertarla per assolutamente possibile, e lo sará; ma perché prova l' asserto, e ció ben mi caleva, dei non discontinuati studii e per ogni dove intrapresi sulla necessitá di ricorrere in dati casi al *parto forzato.*

Riprendendo adesso seguitamente il caso dell' onorevole Sig. Dott. d' Amato onde mantenere la promessa di addimostrare il sentimento di troppo calda ammirazione da cui fu preso questo esimio Collega, riflettendo intorno il valore della pubblicazione del Belluzzi sul parto forzato nelle incinte agonizzanti, e spezialmente pensando che di tal guisa si poteva apportare un piú pronto soccorso al feto.

Ebbene sí, questo stato dell' animo suo mi sembra gli impedisse di riflettere se tale una proposta, od analoga avesse potuto essere stata avanzata pur da altri antecedentemente, e formó proposito che l' ora compianto Ostetrico della Maternitá, per primo avesse promulgato e pel primo avesse eseguito sulla moriente il metodo Rizzoli in sostituzione del parto Cesareo; il che davvero non é.

Le prove di tale assoluta negativa risultano numerose e palesi nella Storia di questo rilevantisimo ramo d' Ostetricia; in relazione poi alla particolarità del fatto mi è bastevole unicamente di chiamare alla memoria del confratello Napoletano, essergli sfuggita la valutazione del primo periodo preposto dallo stesso integro Collega Belluzzi alla sua Memoria e da me opportunamente riportato anche nella presente compilazione laddove parlo de' suoi lavori, e si renderà capace di subito che: il Belluzzi declina qualsiasi primato in proposito. Rilevo poi da ultimo che la Memoria del Collega Bolognese porta per titolo: « Del parto forzato in una donna gravida al nono mese, prossima a morire, onde salvare con maggiore sicurezza la vita del feto. Bologna 1861 » non già quello che vi appose inavvertitamente il D'Amato; titolo che invece appartiene alla mia Memoria pubblicata negli *Atti di quest'Accademia delle Scienze dell'Istituto,* nel 1861 e fu ristampata con aggiunte nel 1868, negli *Annali Universali di Medicina di Milano.*

Sono spiacente di avere dovuto porre le avvertenze ora dichiarate, ma non poteva farne a meno dal momento (sono costretto di ripeterlo) che questa mia Nota la ho compilata espressamente per appurare, secondo mie facoltà, la Storia del *parto forzato*; per cui ben anco in questa circostanza avrei addimostrato di non essere consentaneo con me stesso.

Pure un altro lavoro, pubblicato l'anno appresso del qui dianzi esaminato, mi sento in dovere di farne accenno, sia perché ricordato nell'indice bibliografico del ch. Thévenot, quindi da Lui considerato, sia perché fa parte della collezione, fors' unica, delle Memorie da me con molta diligenza riunite e possedute intorno il *parto forzato,* appena uscivano al pubblico, e per la particolarità che l' Autore di essa Memoria rimase non solo compreso d'ammirazione, sí bene dirò d'entusiasmo dalla lettura degli studii sul *parto forzato applicato nelle agonizzanti,* annunciati dall' onorevole Collega Dott. Belluzzi, e perché cadde medesimamente pur Esso prima di darlo alle stampe nello errore di non avere riandata ed essersi addentrato nella Storia di questo metodo italiano, sulle Opere maggiori, e nelle fin d' allora abbastanza *numerose* e molto valutabili pubblicazioni appunto uscite da questa Scuola Bolognese.

Alludo alla Memoria dell' onorevole Sig. Dott. Torquato Ferratini, Chirurgo Primario dell' Ospedale di Sarzana, pubblicata in Genova nel 1868, ed estratta dal Giornale *La Liguria Medica.*

Se volessi punto per punto analizzare molte affermazioni che s' incontrano leggendo questa Memoria, dovrei ripetere per addimostrale non esatte, la più parte delle ragioni e dei fatti che si contengono nelle elocubrazioni da me fedelmente annoverate, e ridire in parte le cose che ripetutamente, in ordine alla qualità dell' attuale mia compilazione, sul *parto forzato* furono da

anni pubblicate ed in particolare le riunite negli attuali ricordi storico-critici, laonde me ne sto; eziandio poi per risparmiarmi la dispiacenza di porgere alquante osservazioni critiche ad un onorevole e stimabilissimo Collega. Il quale deve appunto andare lodato pel caso clinico occorsogli e pubblicato coll' ottimo divisamento di estendere vieppiù le prove in favore del metodo del *parto forzato* nelle morte incinte, reso pubblico da me pel primo (il ripeto per necessità) fino dall' anno 1859, e poscia *adottato* nelle agonizzanti, e via via nelle affette da varie organopatie, specie cardiache e come ad esuberanza risulta dall' attuale mia Nota critica; particolare che oggi forma una originalità dei nostri tempi come affermò l' illustre Morisani nel suo citato *discorso*, o l' adottazione di questo metodo in malattie indipendenti dalla gravidanza e sopraggiunte nel percorso di lei, e che può essere praticato anche quando non v' ha dilatazione del collo dell' utero, non solo, e che natura non ha promosso veruna disposizione al partorire.

Osservo tuttavia lealmente all' onorevole Collega che l' illustre Rizzoli non ebbe giammai ad incontrare opposizione alcuna, nè ebbe motivo a pubblicamente difendere il metodo da Lui proposto in pratica. L' egregio Sig. Dott. Ferratini può inoltre verificare che i fatti da Lui allegati furono primamente raccolti da me e bastava che avesse con pacato animo ponderato l' art. 999 da Essolui richiamato, dalla pagina 182 della *Liguria Medica* nell' Aprile del 1861 in cui è annunciato fedelmente il primo mio art. del 1859 varie volte accennato, ove si dichiarano le lotte ch' io, non altri, dovetti sostenere per convincersene e così avrebbe dovuto modificare le asserzioni sue. La Storia, specie l' autorevolissima raccolta dal Corradi, prova ad esuberanza le mie affermazioni, e conferma che i fatti narrati dall' egregio e molto compianto Collega carissimo Dott. Luigi Golinelli e quelli del Tallinucci e di altri riprodotti dal Sig. Dott. Ferratini vennero diffusi mediante la mia Memoria, « sul *parto forzato* nelle morte incinte in sostituzione del taglio Cesareo » se ben lo ricordo.

Sono degni di lode i primi imitatori ed i primi esecutori del metodo che tanto ci interessa e ci onora, e che vivamente difendemmo e difendiamo, e queste lodi lealmente ed in ogni incontro furono a larga mano distribuite; noi parlammo per ver dire, non per odio d' alcuno o per disprezzo, ed appunto sopra questa ragione ponemmo in cima della presente Nota « *unicuique suum;* la Storia è la maestra degli uomini » e ci parve necessario di rettificare errori commessi pel passato, e procurare d' impedire che si ripetessero nell' avvenire.

Poste le quali dichiarazioni, passo da ultimo a tenere non lungo discorso, e per le medesime ragioni ripetutamente dichiarate, della recente pubblicazione dell' onorevole Sig. Dott. L. M. Bossi di cui ne toccai appena incidentalmente sul principio di questo mio comunicato.

Con ciò credo di poter affermare di porgere una rivista dei primarii lavori resi di pubblica ragione dal 1859 al presente, e forse l'intero complesso sommario intorno la studiata materia.

Il chiaro Sig. Dott. Bossi incomincia il suo studio monografico-clinico, affermando che « Una delle condizioni *sine qua non* che si richiedono perchè l' Ostetrico possa accingersi così a provocare l' espulsione, come a praticare l' estrazione del prodotto del concepimento, è che il collo uterino sia sufficientemente dilatato e dilatabile. Questo che rappresenta una delle leggi più elementari, ma fondamentale dell' Ostetricia operativa, varrebbe a stabilire un limite razionale e preciso fra gli atti operativi che si compiono a collo sufficientemente dilatato, o dilatabile (rivolgimento, applicazione di forcipe) e gli atti operativi che si mettono in pratica per ottenere tali condizioni del collo uterino. In questa seconda categoria entrerebbero la provocazione artificiale dell' aborto, o del parto prematuro; l' accelerazione artificiale del periodo della dilatazione ed anche il *parto forzato*, « *tale solo dovendosi chiamare per la forzata dilatazione del collo* » ed ecco quindi come in tal modo questa seconda suddivisione calzerebbe perfettamente al nostro caso, perchè comprenderebbe tutto quanto, come dal titolo si può vedere, l' argomento della presente Memoria ».

Questo esordio, che comprende davvero tutta l' orditura della Memoria del chiaro Sig. Dott. Bossi lo posi a risparmio di inutili parole, le quali sarebbero riuscite ad una ripetizione dei pensamenti da me manifestati e che difendo per intimo convincimento, e raffermo esplicitamente coll' attuale mio scritto; il quale, a mio avviso, porge tali e tante prove dell' utilità del metodo Rizzoli nelle sue varie e nuove applicazioni, da farmi sperare, anzi nutrire ferma fiducia che eziandio il valente Collega dell' Università di Genova, esaminando e scrutando con animo calmo e sereno tutto che è stato esposto, possa valere a fargli mutare la sua opinione e temperare le sue idee intorno all' effettuamento del *parto forzato*, secondo che i fatti l' hanno addimostrato possibile ed attuabile.

Ho già appena appena accennato che egregi ed autorevolissimi Colleghi modificarono pur Essi gli apprezzamenti ch' avevano dianzi e seguitando ne porgerò tuttavia prove; intanto riassumo i punti principali pei quali mi trovo in disaccordo coll' onorevole Sig. Dott. Bossi affinchè meglio da Lui sia serenamente esaminata la quistione scientifica e pratica.

Io ammetto adunque e sostengo, in compagnia d' una onoranda e valorosissima schiera composta di celebratissimi Uomini di Scienza, che il *parto forzato*, o quell' atto prudentemente violento eseguito dal Chirurgo ostetrico, si può ed in particolari circostanze si deve effettuare eziandio a parto impreparato ed a collo chiuso, giusta gli insegnamenti da Celso, al Rizzoli, e prevalentemente di quest' ultimo, introducendo il più che sia fattibile con

sollecitudine e gradualmente l' indice, poscia a poco a poco le altre dita, ed alla perfinita tutta la mano nella cavità uterina; rotte le membrane venire all' estrazione del feto mediante il rivolgimento se è fattibile, diversamente e se necessità il richiede valersi dell' applicazione del forcipe per compiere il parto.

Quest' atto operatorio, del quale ho esibito le prove che riesce generalmente innocuo, od apportatore di lesioni per lo più di poco momento, nol si può, nè si deve confondere con altri procedimenti preparatorii, no; è un atto istantaneo quale efficacemente lo definì il Clinico Belga, che ricordai, e tuttavia anche lo stesso Sig. Dott. Bossi nell' esordire.

Non acconsento con Lui laddove adunque si addimostra troppo fiero oppositore del *parto forzato*, se il parto non è di qualche maniera disposto, e quando si fa forte dell' opinione altrui riproducendo, come alla p. 18 della sua Memoria, alcuni brani p. e. dell' illustre Schroeder, che ho addimostrato invece rimanere di molto modificati riferendoli senza preconcetti e confrontandoli con altri estratti dal medesimo citato Autore, e precisamente quelli della pagina 254, e come riportai.

L' ammettere che il *parto forzato* non è possibile a collo non preparato, non dilatato, è una troppo recisa condanna che rimane trionfalmente abrogata dalle storie documentate e dai fatti riportati in passato e particolarmente dai numerosi sapientemente raccolti nella più volte citata Opera classica del Corradi e dai recentemente occorsi e registrati da valenti ed intemerati Colleghi.

Osservo eziandio all' onorevolissimo Sig. Collega: che anche il Prof. Tibone da Lui portato quale oppositore del metodo Rizzoli non lo si può considerare tale ed a prova « ch' io dirò antica » riproduco quanto ne pubblicò lo stesso Corradi alla pagina 710. « Il Tibone dice che non per facilità e prontezza d' esecuzione prevale il *parto forzato*, in donna morta incinta, sul Cesareo, ma bensì per la rapidità con cui può venire intrapreso, non dovendosi perdere un tempo prezioso in ricerche diagnostiche. *Merita perciò la preferenza* se, incerti sulla morte della donna, lo stato del condotto uterino non rende soverchiamente arduo alla mano e rischioso il passaggio alle fragili membra di feto immaturo ».

Colle recenti dichiarazioni poi dello stesso chiarissimo Tibone da me poc' anzi annotate, deve ognuno persuadersi che il Mondo cammina e che le opinioni degli Uomini eminenti si conformano al progredire della Scienza e dell' Arte, quindi ho tutta ragione di escludere il Tibone dalla nota degli oppositori. In tutte le operazioni dell' intelletto « dissi nella mia citata Memoria del parto provocato e del forzato nelle agonizzanti, 1879 », si procede sempre gradatamente e qui lo raffermo. La Scienza non giunge mai di slancio alla conquista di un vero, ma vi perviene movendo un passo dopo l' altro; in ciò sta il progresso.

Finalmente pongo innanzi all'onorevole Sig. Collega di Genova e sempre collo intendimento di addimostrargli che questi accennati mutamenti di idee si sono avverati nella fattispecie nostra, questa domanda: trova Ella che il celebratissimo Ottavio Morisani dell'oggi in rapporto alla Storia ed alla valutazione del *parto forzato*, sia lo stesso Morisani, traduttore ed annotatore dell'Opera del Braun? Le cose dichiarate ed in gran maggioranza accettate, nel suo *discorso* recitato innanzi l'Accademia di Napoli e come ne allusi nel contesto di questo mio scritto, le sembrano contrarie al metodo del parto forzato, sempre che speciali contingenze non lo rendano impraticabile?

E questo mutamento che m'auguro, non potrà accadere anche in Lei giovine colto ed operoso di cose Ostetriche, ed alla portata di bene esaminarle?

A raggiungere questo fine mi permetto ben anco di far considerare all'egregio confratello che nulla ostante i grandi perfezionamenti che sonosi fatti intorno al taglio Cesareo, e specialmente dall'illustre Porro, il quale colla sua ardita innovazione aprì agli Ostetrici un campo presso che inesplorato, come risulta da una elaboratissima Opera dell'esimio Sig. Prof. Luigi Mangiagalli che porta per titolo: « Le più recenti modificazioni del *taglio Cesareo* » pubblicata l'anno 1884 in Milano dalla tipografia Agnelli, riconfermasi sempre dalle esaminate *statistiche* che l'estrazione del feto anche mediante la gastro-isterotomia alla Porro, continuano ad essere molto sconsolanti, e raccomandasi dallo stesso ch. Mangiagalli che si debba senza eccezione alcuna premettere, innanzi di eseguire qualsiasi operazione cruenta, di tentare se è possibile l'estrazione del feto dalle vie naturali. Alla pagina poi 198 Cap. IV, dichiara d'essere convinto che l'enucleazione per la vagina può in molti casi anche complicati a contigenze patologiche far evitare il parto Cesareo, e riporta le parole del celebratissimo Fischel; il quale considera che in questi ultimi anni, per la introduzione d'una scrupolosa nettezza e dell'*antisepsi* nella pratica ostetrica, la prognosi del parto per *vias naturales* si è in alto grado migliorata. Sì, ben la esamini quest'Opera stupenda del Mangiagalli, nella quale non so se più debbasi ammirare la paziente e lunganime e ben condotta ricerca di tutte quante le osservazioni Cliniche meglio pregevoli che furono pubblicate fin qui, ed in tutti i maggiori centri scientifici conosciuti, e dei più preclari Uomini, e dall'avere percorsa tutta quanta la letteratura Ostetrica, oppure li maestrevoli e sobrii appunti fatti, pei quali addimostra la più corretta e la più fruttuosa via da percorrersi onde meglio raggiungere gli intendimenti a cui precipuamente mirar debbono i Chirurghi ostetrici, ossiano: di salvare possibilmente la madre ed il feto, o, se non altro, di togliere di mano alla morte quell'esistenza che più dav-

vicino é minacciata, e cosí rassicurare la tranquillitá loro, e rendere meno dolorosa la situazione delle famiglie che incorrono in sí gravi calamitá.

Affermati cosí questi miei voti, compio la disamina sulla Memoria dell' onorevole Sig. Dott. Bossi, osservando che essendo Esso, molto proclive al parto provocato artificiale, consentaneo a sé stesso, pensó e riuscí, onde facilitarne l' attuazione a fare costruire un nuovo dilatatore; il quale potesse tornare di facile applicazione, specie in que' casi « dice Esso » nei quali dopo avere tentati *con ansietá e fatica*, i molteplici mezzi finora conosciuti (pagina 21) si vede l' Ostetrico spirare dinnanzi la paziente col prodotto del concepimento.

Si fa indi a descrivere il suo nuovo meccanismo, ne presenta la figura; ne porge le norme per applicarlo secondo le condizioni del collo uterino; ne mostra il modo d' agire e le indicazioni sue, e ne lascia scorgere le nuove applicazioni. Infine accenna, alla pagina quarantunesima, i casi pei quali ebbe campo di applicarlo, e furono 41, non che i buoni risultati ottenuti.

Mi rallegro coll' onorevole Collega e desidero che questo suo nuovo *dilatatore* (movente principale della sua Memoria) possa servire anche meglio degli altri conosciuti, massime di quello del Tarnier che da lungo tempo va lodato ed é per le mani di valenti Ostetrici, e mi sto contento all' asserto di Lui e de' suoi spettabili confratelli, e di buon grado riporto l' affermazione dell' egregio giovine Assistente di Guardia Ostetrica permanente di Genova, che nel N. 34 del 4 Dicembre 1893 nella *Riforma Medica* afferma « che il dilatatore del Bossi é mezzo utilissimo alla provocazione del parto, superiore al metodo di Krause ch' é lungo e pericoloso. E tanto piú me ne compiaccio di sua buona riuscita perché ricordo coll' illustre Balocchi che, in genere, i processi di dilatazione piú o meno forzata (pagina 847) conducono piú facilmente degli altri metodi od a convulsioni nel parto, oppure a metriti consecutivi al parto medesimo ».

E qui faccio sosta, perché in questa Rivista storico-critica ho mirato puramente, esclusivamente a ricordare e ad epurare, a tenore di mia possibilitá, la Storia nostra del *parto forzato* che tanto ci onora, ed il feci serenamente e con tutta coscienza, ed intorno ad ognuno degli spettabili Colleghi di cui tenni parola, mi diedi cura di far bene spiccare la parte che loro spetta, e rendere palesi le varie ed utili proposte di applicazioni di questo metodo; il quale ebbe il suo primo punto pratico di partenza dall' illustre Rizzoli, ma che il suo primo *concetto scientifico* nacque col primo Articolo giá citato, che posi nel *Bullettino nostro delle Scienze Mediche* l' anno 1859. In esso Articolo v' é consunstanziato tutto l' insieme che apprestó poi motivo ad alquanti valorosi ed illustri Colleghi ad avvanzare nuove ed utili proposte di applicarlo oltre che nelle morienti, in

varie malattie organiche, come voglio sperare d' avere a mano a mano chiarito nelle successive mie pubblicazioni, e nel riportare le affermazioni di altri studiosi ed in affezioni morbose indipendenti dalla gravidanza; proposte che acquistarono ratificazione e furono accolte in pratica, come appare massimamente dall' Opera classica del Corradi (pur troppo neppur ricordata dal Bossi) e dalle elocubrazioni del Morisani e di parecchi altri egregi come ne porsi indubbie nozioni ed utili accenni pel passato e ne esibisco eziandio delle novelle testimonianze in questa compilazione.

Alla quale pongo termine raggruppando le principali mie vedute, colle conchiusioni che scendo a vergare, non senza prima rendere aperto all' onorevole Sig. Dott. Bossi che in Italia non mancano, né si ha difficoltà a trovar modo di consultare lavori bibliografici (come me ne fece parola) e tuttavia che non riconosco alcuna ragione plausibile d' avere Esso dimenticato il mio nome; in quanto che nei libri da Essolui consultati e segnati nel suo Elenco bibliografico, col quale chiude la sua Memoria (ove erroneamente al N. 38 ha ricordato un lavoro del Rizzoli « del parto forzato artificiale istantaneo in sostituzione del taglio Cesareo », del 1855 che non esiste affatto) evvi molte volte registrato onorevolmente se non altro per rispetto alla Storia; la quale non si può, né si deve giammai trascurare.

Ora adunque delle conclusioni finali:

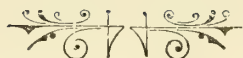
1ª Il *parto forzato* ed immediato per le vie naturali può effettuarsi e si effettua con relativa e maggiore facilità e prestezza nelle morte incinte e nelle agonizzanti non solo, ma eziandio nelle primipare sebbene il partorire non sia preparato ed esista chiusura del collo uterino; ogni qualvolta però la donna sia ben conformata e non esistano patologiche e speciali concomitanze;

2ª che al *parto forzato* non susseguono, generalmente, inconvenienti apprezzabili, né mi è noto alcun fatto in cui siasi verificata grave e mortale emorragia;

3ª che l' atto operatorio si compie in pochi minuti e non abbisognano apparati e mezzi meccanici speciali, ai quali però si può, e si deve ricorrere in circostanze determinate, e nei casi nei quali lentamente, o ad *epoca* stabilita, si vuole ottenere l' attuazione del parto stesso e per motivi ben considerati;

4° che la Storia addimostra essere la mortalità dei feti assai minore se estratti per le vie naturali, in confronto dell' estrazione loro eseguita col taglio cesareo; una estesa Statistica provativa, trovasi spezialmente nella citata Opera del Corradi e se n' ha una più recente ed autorevole conferma nel *discorso*, varie volte citato, del chiarissimo Morisani. Il quale narra dei felici risultamenti ottenuti col *parto forzato* eziandio quando non

c' era veruna disposizione allo sgravio e, (lo si noti) tanto in gestanti ancor vive, quanto in quelle già defunte. Tali affermazioni trovano pure appoggio in varie delle recentissime Memorie da me esaminate e pur pure nella presente comunicazione;

5ª che l' applicazione di questo metodo in donne agonizzanti è stato attuato, *forse* primamente da Rigaudeaux, poscia dal Dott. Giuseppe Pellegrini da Bergamo nel 1837 (nell' Opera del Corradi sono portati in antecedenza anche altri nomi) indi dall' Esterle di Trento e poco stante del nostro esimio confratello, il Belluzzi, e che in seguito dei buoni effetti ottenuti, a mano a mano il *parto forzato* venne praticato in varii casi di malattie dalle quali erano comprese le gestanti e non in rapporto colla gravidanza medesima.

SOPRA UN NUOVO PRINCIPIO

DELLA

VERA CORTECCIA DI "COTO"

MEMORIA

DI

GIACOMO CIAMICIAN E PAOLO SILBER

(Letta nella Seduta dell'11 Marzo 1894).

La casa E. Merck di Darmstadt ci inviò qualche tempo fa un nuovo composto, che era stato rinvenuto nella vera corteccia di « Coto », durante il processo di estrazione e di purificazione della *Cotoina*.

Il prodotto da noi preso in esame aveva l'aspetto di una materia microcristallina debolmente colorata in giallo, che fondeva a 66-68°. Si appalesò subito come un nuovo individuo chimico in istato di sufficiente purezza. Tuttavia non lo analizzammo direttamente e trovammo che esso poteva venire facilmente purificato mediante alcune cristallizzazioni dall' etere petrolico bollente. Da questo solvente si separa per raffreddamento in aghi lunghi e splendenti privi di colore o leggermente colorati in giallo, che fondono a 68°.

L' analisi condusse alla formola :

$$C_{11}H_8O_2,$$

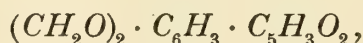
che, come si vedrà, venne ulteriormente confermata dallo studio di tutti i suoi derivati.

0,1156 gr. di sostanza dettero 0,3262 gr. di CO_2 e 0,0500 gr. di H_2O.

In 100 parti :

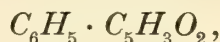
	trovato	calcolato per $C_{11}H_8O_2$
C	76,96	76,74
H	4,80	4,65 .

Da un esame superficiale della nuova sostanza potemmo subito avvederci che essa presentava molte analogie di comportamento con la *paracotoina* da noi studiata lo scorso anno, per la quale avevamo proposto con riserva la formola:

$$(CH_2O)_2 \cdot C_6H_3 \cdot C_5H_3O_2,$$

che si riassume nella espressione empirica:

$$C_{12}H_8O_4.$$

Supponemmo quindi che il prodotto inviatoci dalla casa Merck fosse una paracotoina senza il biossimetilene, CH_2O_2, e tutte le esperienze vennero a confermare questa supposizione, la formola:

$$C_6H_5 \cdot C_5H_3O_2,$$

deve essere considerata perciò come la vera espressione della nuova cotoina.

Il lavoro veniva ad essere in questo modo già tracciato perchè erano da applicarsi alla nuova sostanza tutte le reazioni da noi eseguite l' anno scorso colla *paracotoina* [1].

Prima però di procedere oltre abbiamo voluto assicurarci che la formola da noi trovata corrispondesse realmente alla nuova sostanza. Questa dà, come la paracotoina, un prodotto di addizione poco stabile coll' acido bromidrico, che non si può analizzare, ma da cui si riottiene facilmente la materia primitiva. Agitando 1 gr. di sostanza, finamente polverizzata, con 10 c. c. di acido bromidrico, fumante saturato a 0°, avviene prima soluzione, ma dopo qualche istante si separa un composto cristallino, debolmente colorato in giallo, che si filtra e si pone a seccare nel vuoto sulla soda caustica. Esso perde spontaneamente acido bromidrico e si trasforma a poco a poco in una polvere bianca; per eliminare completamente il primo venne sciolta quest' ultima in alcool e precipitata con acqua. La materia così ottenuta cristallizza, dopo essere stata seccata, dall' etere petrolico in aghi lunghi, appena colorati debolmente in giallo, che fondono nuovamente a 68°.

L' analisi dette numeri, che confermano la formola già indicata:

0,1618 gr. di materia dettero 0,4542 gr. di CO_2 e 0,0678 gr. di H_2O.

---

[1] *Gazzetta Chimica,* 23, II, pag. 194.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{11}H_8O_2$
C	76,56	76,74
H	4,66	4,65.

Lo stesso comportamento si osserva anche coll' acido cloridrico fumante; anche in questo acido la nuova sostanza si scioglie, come farebbe una base, dando evidentemente un cloridrato, che però non si separa dal liquido; per aggiunta di acqua si riottiene il prodotto primitivo. Questa proprietà potrebbe servire benissimo per separarlo da altre sostanze p. es. dalla cotoina, che è insolubile nell' acido cloridrico.

Infine anche il peso molecolare, determinato in soluzione acetica coll' apparecchio di Beckmann, viene a confermare la nostra formola:

Concentrazione	Abbassamento	Peso molecolare trovato	Peso molecolare calcolato
0,5855	0°, 135	169	172.
1,4956	0°, 325	179	

Le proprietà del nuovo composto sono le seguenti: nell' etere, nell' alcool, nell' acido acetico glaciale e nel cloroformio si scioglie facilmente, anche l' alcool metilico lo scioglie a temperatura ordinaria, a 0° però cristallizza quasi tutta la sostanza disciolta; l' etere petrolico ne scioglie poco a freddo e non molto a caldo, nell' acqua bollente fonde e si scioglie difficilmente, per raffreddamento si separa in squamette.

Gli alcali caustici sciolgono il composto anche a freddo dando una soluzione colorata in giallo, lo stesso fanno poi lentamente le soluzioni dei carbonati alcalini; i liquidi così ottenuti hanno odore di acetofenone. A caldo la soluzione avviene più pronta in entrambi i casi e lo svolgimento di vapori di acetofenone è più abbondante. Acidificando le soluzioni si ottiene un precipitato giallo amorfo del tutto simile all' acido paracotoinico.

L' acido solforico non scinde nè altera il nuovo composto; esso si scioglie nell' acido concentrato a freddo dando una soluzione giallo chiara, riscaldando il liquido si colora maggiormente ma per aggiunta d' acqua il composto si separa nuovamente, mantenendo inalterato il suo punto di fusione.

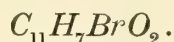
L' anidride acetica è senza azione sul nuovo composto, lo si riottiene inalterato col punto di fusione a 68°. Ugualmente risultato negativo ottiensi riscaldando la sostanza con acido jodidrico nell' apparecchio di Zeisel.

Essa non contiene, come la paracotoina, nè ossidrili, nè gruppi ossimetilici.

Derivato bromurato.

Questo ed il seguente derivato nitrico furono preparati per confermare vie maggiormente la formola della nuova sostanza che accompagna la *Cotoina*.

Sciogliendo la sostanza (1 gr.) in cloroformio (6 c. c.) ed aggiungendo al liquido raffreddato lentamente bromo fino che questo non viene più assorbito non si separa nulla, ma lasciando svaporare spontaneamente il cloroformio resta indietro un residuo cristallino rossastro. Questo trattato con anidride solforosa ed indi cristallizzato dall' alcool si presenta in aghi lievemente colorati in giallo, che fondono a 138-139°.

La loro composizione corrisponde alla formola:

$$C_{11}H_7BrO_2.$$

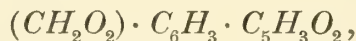
0,3046 gr. di sostanza dettero 0,2273 gr. di $AgBr$.

In 100 parti:

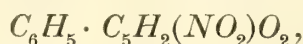
	trovato	calcolato per $C_{11}H_7BrO_2$
Br	31,75	31,87.

Derivato nitrico.

La paracotoina dà facilmente una binitroparacotoina per trattamento coll' acido nitrico ed uno dei residui nitrici entra senza dubbio nel nucleo aromatico che essa contiene,

$$(CH_2O_2)\cdot C_6H_3\cdot C_5H_3O_2,$$

perché é noto che nel radicale piperonilico il residuo nitrico si sostituisce facilmente ad un atomo d' idrogeno. Il secondo gruppo NO_2 sarà invece con ogni probabilità contenuto nell' altro complesso $C_5H_3O_2$.

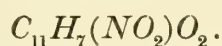
Così stando le cose era da aspettarsi che nella nuova sostanza da noi esaminata non entrasse che un solo radicale nitrico per dare il derivato:

$$C_6H_5\cdot C_5H_2(NO_2)O_2,$$

perché il radicale benzoico dà meno facilmente composti nitrici.

L' esperienza confermò la previsione ; si ottiene realmente un mononitrocomposto.

Trattando 2 gr. di sostanza con 20 c. c. d' acido nitrico della densità 1,4 si forma un olio giallastro che a freddo surnuota sull' acido. Scaldando avviene prima soluzione completa e poi una reazione vivissima accompagnata da abbondante svolgimento di vapori nitrosi. Per prolungato riscaldamento si forma molto acido benzoico, ciò che prova che nella reazione il radicale aromatico viene risparmiato. Si interrompe perciò lo scaldamento appena terminato lo sviluppo di vapori rossi e si versa il prodotto nell' acqua. Anche in questo modo però non si impedisce del tutto la formazione di acido benzoico, che rimane sciolto nell' acqua. Agitando la soluzione acquosa si separa tosto un precipitato fioccoso, giallo, che si fa cristallizzare ripetute volte dall' acido acetico glaciale. Da questo solvente il composto mononitrico si separa in tavolette a sezione rombica, che fondono a 161°.

L' analisi confermò la formola preveduta :

$$C_{11}H_7(NO_2)O_2 .$$

0,1768 gr. di sostanza dettero 9,6 c. c. d' azoto, misurati a 12°,5 ed a 764,8 mm.

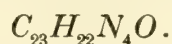
In 100 parti.

	trovato	calcolato
N	6,48	6,45.

Azione della fenilidrazina.

La fenilidrazina agisce sulla nuova sostanza in modo perfettamente corrispondente al suo comportamento colla paracotoina. Se si riscalda con un eccesso del reattivo in un tubo d' assaggio per circa due minuti in un bagno metallico, si elimina acqua ed il colore della soluzione si fa sempre più chiaro. Il prodotto sciolto nell' acido acetico glaciale dà coll' acqua un precipitato fioccoso, che dall' alcool cristallizza lentamente in aghetti finissimi bianchi, che fondono a 198°.

La formola del composto è

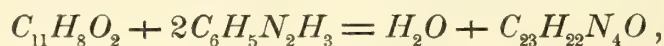
$$C_{23}H_{22}N_4O .$$

I. 0,1258 gr. di sostanza dettero 0,3426 gr. di CO_2 e 0,0728 gr. di H_2O.

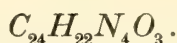
II. 0,1078 gr. di sostanza svolsero 13,8 c. c d' azoto misurati a 12°,3 ed a 756,6 mm.

In 100 parti:

	trovato		calcolato
	I.	II.	
C	74,26	——	74,06
H	6,43	——	5,95
N	——	15,17	15,13.

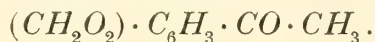
La sua formazione puó essere interpretata nel seguente modo:

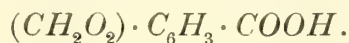
$$C_{11}H_8O_2 + 2C_6H_5N_2H_3 = H_2O + C_{23}H_{22}N_4O\,,$$

la sua composizione corrisponde a quella del derivato della paracotoina, che ha la formola:

$$C_{24}H_{22}N_4O_3\,.$$

Anche l' anilina reagisce a caldo sulla nuova sostanza formando un composto, che cristallizza nell' alcool in aghetti fusibili verso i 143°.

Azione della potassa.

Bollendo la paracotoina con gli alcali caustici si forma il sale d' un acido amorfo e nello stesso tempo per parziale decomposizione si svolgono dei vapori d' un chetone volatile, che noi abbiamo riconosciuto essere l' *acetopiperone*,

$$(CH_2O_2)\cdot C_6H_3\cdot CO\cdot CH_3\,.$$

Per fusione con potassa si ottiene invece l' *acido piperonilico*,

$$(CH_2O_2)\cdot C_6H_3\cdot COOH\,.$$

Dalla nuova sostanza erano, secondo la nostra interpretazione della sua formola, da aspettarsi prodotti di decomposizione analoghi, cioé: *acetofenone* ed *acido benzoico*.

Cosí avviene difatti. Distillando in corrente di vapore acqueo una solu-

zione di 2 gr. di sostanza in 20 c. c. di potassa al 20 pcto, passa, assieme all' acqua, in piccola quantità, un olio, che ha distintamente l' odore dell' acetofenone; estraendo il distillato con etere si ottiene un residuo oleoso, che dà coll' acetato di fenilidrazina un composto cristallino, il quale purificato dall' alcool fonde a 105°. Tale é appunto la temperatura di fusione dell' idrazone dell' acetofenone indicata nel trattato del Beilstein.

La soluzione alcalina, che resta indietro, contiene, come già dicemmo, il sale d' un acido, che per le sue proprietà somiglia moltissimo all' acido paracotoinico descritto da Iobst e Hesse. Pur troppo esso presenta la stessa difficoltà nella sua purificazione. Acidificando il liquido, che ha un colore rosso-bruno, si forma tosto un precipitato amorfo, fioccoso, colorato in giallo, che non siamo riusciti ad ottenere allo stato cristallino.

Fondendo 1 gr. della nuova sostanza, proveniente dalla vera corteccia di Coto, con 5 gr. di potassa, si forma da principio un liquido rosso-bruno, che a poco a poco prende un colore giallo chiaro; trattando con acqua ed estraendo la soluzione acidificata con etere si ottiene una materia cristallina, che ha tutte le proprietà dell' acido benzoico.

Dal comportamento della nuova sostanza colla potassa acquosa apparisce che essa, come la paracotoina, si comporta come un *lattone,* perché per trattamento con gli alcali si trasforma in gran parte in un acido. Questo molto probabilmente avrá tendenza a polimerizzarsi, cosí almeno si potrebbero spiegare le sue proprietà.

Tale facoltà la possiede del resto anche il composto primitivo come lo prova l'

Azione dell' acido cloridrico.

Scaldando 4 gr. di sostanza in soluzione di 20 c. c. d' acido cloridrico fumante in un tubo a 110°, si osserva che parte della materia dopo il riscaldamento s' é separata dal liquido, colorato debolmente in giallo, in forma di una resina brunastra a cui sono frammisti dei cristalli. Il liquido contiene in soluzione gran parte della sostanza inalterata, che si separa per trattamento con acqua, ma i cristalli sono un nuovo corpo che ha peró la stessa composizione della materia primitiva.

Dopo avere tolta la soluzione cloridrica, si tratta la massa, che resta indietro attaccata alle pareti del tubo, con alcool il quale scioglie a freddo soltanto la resina lasciando indietro la parte cristallina. Questa viene poi sciolta in alcool bollente, da cui si separa per raffreddamento. Ripetendo le cristallizzazioni dall' alcool e facendolo in fine cristallizzare dall' acido acetico glaciale, si ottiene un prodotto perfettamente bianco, che fonde a 214° ed ha la stessa composizione della sostanza naturale.

0,1819 gr. di sostanza dettero 0,5130 gr. di CO_2 e 0,0796 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{11}H_8O_2$
C	76,92	76,74
H	4,86	4,65.

Tenendo conto dell' elevato suo punto di fusione e della sua poca solubilità in quei solventi in cui la sostanza primitiva si scioglie facilmente, non è da dubitarsi che si tratti di un polimero della semplice formola $C_{11}H_8O_2$.

A noi per ora non interessava lo studio ulteriore di questo composto.

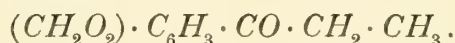
Azione del joduro metilico in presenza di potassa.

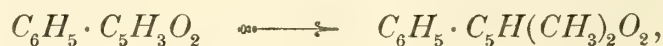
La grande analogia del nuovo composto, rinvenuto nella corteccia di *Coto,* colla *paracotoina* si svela segnatamente nel suo comportamento col joduro di metile, perchè in questo modo si ottiene una sostanza che corrisponde perfettamente alla *dimetilparacotoina,* massime nella sua scissione con gli alcali caustici.

Noi abbiamo trovato l' anno scorso che la *paracotoina,* sebbene non contenga ossidrili liberi, dà per azione del joduro di metile in presenza di potassa in soluzione di alcool metilico la *dimetilparacotoina,* in cui i due metili sono attacati a carbonio:

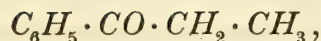
$$(CH_2O_2)\cdot C_6H_3\cdot C_5H_3O_2 \longrightarrow (CH_2O_2)\cdot C_6H_3\cdot C_5(CH_3)_2HO_2.$$

Quest'ultima sostanza si scinde poi per ebollizione colla potassa in modo da dare un composto volatile, l' *omoacetopiperone,* a cui spetta assai probabilmente la formola:

$$(CH_2O_2)\cdot C_6H_3\cdot CO\cdot CH_2\cdot CH_3.$$

In modo del tutto corrispondente si comporta la sostanza di cui ci occupiamo in questa Memoria. Anche essa dà un composto bimetilato,

$$C_6H_5\cdot C_5H_3O_2 \longrightarrow C_6H_5\cdot C_5H(CH_3)_2O_2,$$

dal quale, come era da prevedersi, si ottiene per scomposizione con gli

alcali l' *etilfenilchetone,*

$$C_6H_5 \cdot CO \cdot CH_2 \cdot CH_3,$$

descritto per la prima volta da W. Kalle.

La formola dell' omoacetopiperone di Angeli riceve così indirettamente una nuova conferma.

Per preparare il composto bimetilato noi abbiamo riscaldato a b. m. in un apparecchio a ricadere munito d' una colonna a pressione di mercurio di circa 40 cm., 5 gr. di sostanza con 10 gr. di potassa deacquificata, sciolti in 25 c. c. d' alcool metilico, e 25 gr. di joduro di metile. Dopo il riscaldamento si trova che la soluzione ha perduto il suo colore giallo intenso e che s' è separato joduro potassico. Distillando l' alcool metilico e l' eccesso di joduro di metile resta indietro un residuo resinoso, che si lava con acqua e si spreme fra carta per eliminare una sostanza oleosa, che esso contiene in piccole quantità. Il prodotto solido così ottenuto, seccato sull' acido solforico, cristallizza facilmente dall' etere petrolico in aghi lunghi, debolmente colorati in giallo, che fondono a 100-101°.

Le analisi corrispondono, come s' è detto alla formola:

$$C_{13}H_{12}O_2.$$

I. 0,2114 gr. di sostanza dettero 0,6054 gr. di CO_2 e 0,1144 gr. di H_2O.
II. 0,1896 gr. di sostanza dettero 0,5407 gr. di CO_2 e 0,1051 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_{13}H_{12}O_2$
	I.	II.	
C	78,10	77,78	78,00
H	6,01	6,16	6,00.

Il rendimento di questo nuovo corpo è soddisfacente, lo si ottiene in quantità uguale a quella della sostanza impiegata. È solubile facilmente nell' etere, nell' alcool, nel benzolo si scioglie pure nell' acido acetico glaciale e nell' etere petrolico bollente, nell' acqua è assai poco solubile anche a caldo. L' acido solforico concentrato lo scioglie con colorazione gialla; diluendo con acqua la sostanza torna a separarsi inalterata.

Gli alcali lo scindono a caldo formando, come s' è già accennato, l' *etilfenilchetone.* A questo scopo si bollono a ricadere p. es., 4 gr. del composto bimetilato con 100 c. c. di liscivia di potassa al 20 pcto.; la sostanza

fonde e mentre il liquido si colora in giallo si svolgono vapori di reazione aldeidica, che in parte sfuggono dal refrigerante. Distillando poi in corrente di vapore acqueo passa assieme a questo un olio aromatico. Estraendo con etere si ottiene un liquido, che, debitamente seccato, bolle quasi completamente fra 212° e 216°. Il punto di ebollizione del prodotto e a 215°,5; posto nel ghiaccio si solidifica in tavolette senza colore, che fondono a 20-22°. Tutte queste sono proprietà dell' etilfenilchetone, descritto da W. Kalle e da Freund [1]. L' analisi della porzione che bolliva esattamente a 215°,5 dette numeri conformi alla formola:

$$C_6H_5 \cdot CO \cdot C_2H_5 .$$

0,2352 gr. di sostanza dettero 0,6942 gr. di CO_2 e 0,1598 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_9H_{10}O$
C	80,49	80,59
H	7,55	7,46 .

Nel liquido alcalino rimangono disciolte piccole quantità di una sostanza acida, che si ottiene acidificando la soluzione ed estraendo con etere. Questo prodotto non venne ulteriormente studiato.

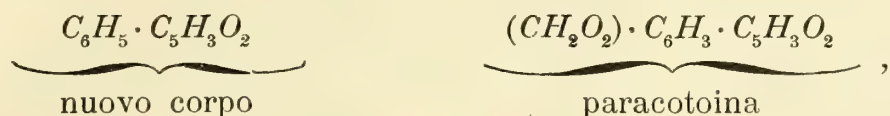
Questi sono i principali risultati dei nostri studj sul nuovo composto che accompagna la *Cotoina*. Essi dimostrano prima di tutto che esso é una sostanza molto simile alla *Paracotoina* e perció crediamo che le formole da noi attribuite a questi due corpi vengano reciprocamente a confermarsi.

Se peró dalle formole empiriche si passa a quelle di struttura le difficoltà che si incontrano nella soluzione del problema sono naturalmente maggiori e noi non osiamo affermare d' averle per anco superate. Tuttavia sebbene non sia possibile per ora stabilire con certezza la costituzione delle due sostanze in parola, pure crediamo, che quanto stiamo qui esponendo, possieda un certo grado di probabilità. Per questa ragione ci siamo astenuti di dare un nome speciale al nuovo principio da noi studiato: i nomi empirici non servono ad altro che a rendere più complicato l' elenco dei corpi che si rinvengono in natura; abbiamo perció creduto di poterne far senza, sperando che la costituzione che noi attribuiamo alla nuova so-

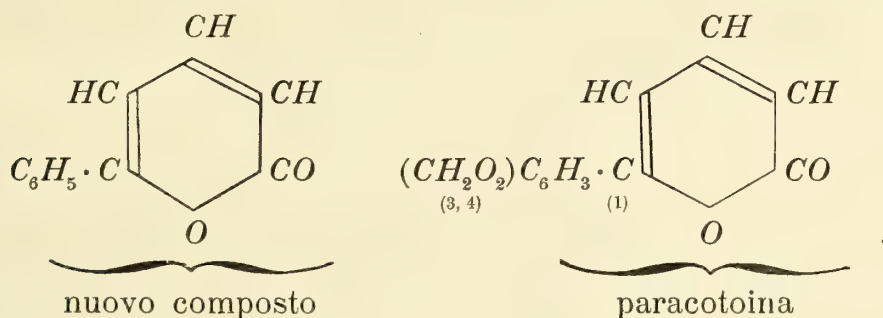
[1] Beilstein, *Handbuch der organischen Chemie*, Bd. III, 79.

stanza venga confermata dagli studj ulteriori ed il nome che ne deriva le sia realmente appropriato.

Comune alla paracotoina ed alla nuova sostanza è, come s' è visto, il nucleo: $C_5H_3O_2$, di cui è sconosciuta la costituzione,

$$\underbrace{C_6H_5 \cdot C_5H_3O_2}_{\text{nuovo corpo}} \qquad \underbrace{(CH_2O_2) \cdot C_6H_3 \cdot C_5H_3O_2}_{\text{paracotoina}},$$

l' altra parte delle loro molecole è indubbiamente determinata nella sua struttura. Ora, se si pone mente che il detto residuo contiene evidentemente un legame lattonico, che esso, sebbene non saturo, dà dei prodotti di addizione assai instabili e forma invece derivati per sostituzione tanto col bromo che col residuo nitrico, si può supporre che il complesso $C_5H_3O_2$ sia costituito in anello come nella *cumalina*. I due composti sarebbero in tal modo derivati cumalinici ed avrebbero le seguenti formole di struttura:

CH
HC CH
$C_6H_5 \cdot C$ CO
O
nuovo composto

CH
HC CH
$(CH_2O_2)C_6H_3 \cdot C$ CO
(3, 4) (1)
O
paracotoina

Il nuovo composto sarebbe perciò da chiamarsi *fenilcumalina*, la *paracotoina*, come già abbiamo accennato in altra Memoria, verrebbe ad essere la *biossimetilenfenilcumalina*.

Le proprietà dell' anello cumalinico sono state studiate segnatamente da von Pechmann [1], da Hantzsch [2] e da Anschütz [3] assieme a P. Bendix e W. Kerp, ma disgraziatamente la reazione principale dei derivati cumalinici, cioè la loro trasformazione in corpi della serie piridica, non potè essere effettuata nel nostro caso. La nostra sostanza - fenilcumalina - avrebbe dovuto dare il fenilpiridone, ma tutti i tentativi fatti in proposito ci hanno dato finora risultati negativi. Ci conforta a questo riguardo però il fatto, che non tutti i derivati cumalinici si trasformano in

---

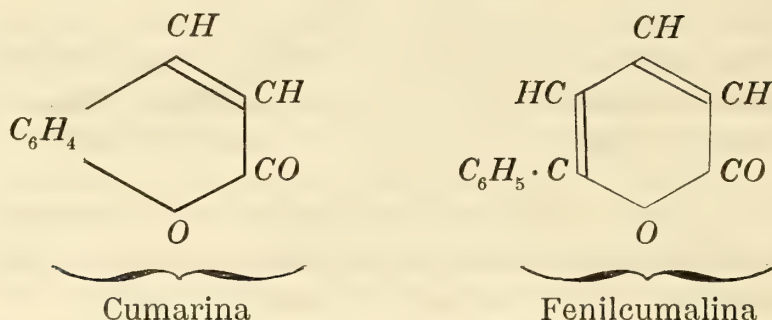
[1] Vedi ad esempio: *Liebigs Annalen:* 261, pag. 190; 264, pag. 261; 273, pag. 164.
[2] Ibid: 222, pag. 1.
[3] Ibid: 259, pag. 148.

piridoni con uguale facilità, anzi la *cumarina*, che fino ad un certo punto può compararsi alla fenilcumalina, non dà il corrispondente derivato chinolinico, il carbostirile:

CH — CH — CO — O — C_6H_4

Cumarina

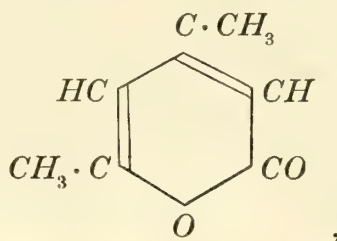
CH — CH — CO — O — $C_6H_5 \cdot C$ — HC

Fenilcumalina

Noi abbiamo tentato anche la trasformazione della nostra sostanza nell' etere del corrispondente ossiacido, seguendo il processo applicato da Pechmann [1] all' acido cumalinico, ma senza frutto. Lasciando abbandonata a se stessa per molti giorni una soluzione della fenilcumalina in alcool metilico, saturato a 0° con acido cloridrico, si riottenne per trattamento con acqua inalterato il composto primitivo.

La saponificazione del lattone avviene, come s' è già detto, facilmente con gli alcali, ma l' acido che si forma è molto probabilmente polimerizzato, esso è amorfo e poco si presta ad uno studio ulteriore.

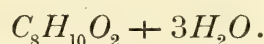
Non avendo potuto ottenere nè con la nostra nuova sostanza, nè colla paracotoina una diretta dimostrazione della natura cumalinica di questi corpi, abbiamo cercato di vedere se qualche derivato della cumalina mostrasse un comportamento simile alle sostanze da noi studiate. Queste ultime, come c' è noto, hanno la rimarchevole proprietà di trasformarsi per azione del joduro metilico in presenza di potassa in derivati della stessa natura chimica, ma che contengono due metili in luogo di due atomi d' idrogeno.

Un analogo contegno lo abbiamo riscontrato nel così detto *mesitenlattone* o meglio *dimetilcumalina*,

$C \cdot CH_3$ — CH — CO — O — $CH_3 \cdot C$ — HC ,

[1] *Liebigs Annalen der Chemie*, vol. 273, pag. 171

mentre invece l' etere metilico dell' acido cumalinico e la cumarina non ci dettero il risultato desiderato. Il mesitenlattone si trasforma in un composto metilato, che dovrebbe essere la *trimetilcumalina*, in cui naturalmente resterebbe indeterminata la posizione del terzo gruppo metilico.

Il mesitenlattone venne preparato seguendo le indicazioni di Anschütz, Bendix e Kerp [1] per distillazione dell' acido isodeidracetico; 8 gr. del lattone vennero poi riscaldati in soluzione di 45 c. c. d' alcool metilico con 14 gr. di potassa deacquificata e 45 gr. di joduro di metile, come si fece colla fenilcumalina. Il liquido, che da principio é colorato in giallo, perde dopo il riscaldamento ogni colore; svaporando il solvente si ottiene un residuo solubile nell'acqua, da cui l' etere estrae una sostanza oleosa, che in parte si solidifica. I cristalli, separati per filtrazione dall' olio e spremuti fra carta, sono solubili nell' acqua bollente, per raffreddamento si separano aghi lunghi, che riempiono tutto il volume occupato dalla soluzione. Contengono acqua di cristallizzazione e fondono a 45-46°, la sostanza deacquificata fonde invece a 74°. Il mesitenlattone (dimetilcumalina) ha un punto di fusione più basso: 51°,5.

La determinazione dell' acqua di cristallizzazione condusse alla formola:

$$C_8H_{10}O_2 + 3H_2O.$$

0,2790 gr. di sostanza, seccata fra carta da filtro, perdettero, stando nel vuoto sull' acido solforico , 0,0774 gr. di H_2O.

In 100 parti :

trovato		calcolato per $C_8H_{10}O_2 + 3H_2O$
H_2O	27,74	28,12 .

0, 1394 gr. di sostanza, seccata nel vuoto sull' acido solforico, dettero 0,3558 gr. di CO_2 e 0,0912 gr. di H_2O.

In 100 parti ;

trovato		calcolato per $C_8H_{10}O_2$
C	69,61	69,57
H	7,27	7,25 .

---

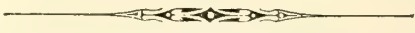
[1] *Liebigs Annalen der Chemie*, vol. 259, pag. 154. — Vedi anche A. Hantzsch ibid. 222, pag 16.

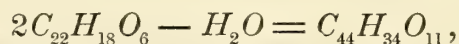
Il nuovo composto ha un odore aromatico caratteristico, nell' acqua si scioglie dando una soluzione neutra. È assai probabile ch' esso sia una *trimetilcumalina* della formola:

$$C_5H(CH_3)_3O_2,$$

in questo caso la dimetilcumalina mostrerebbe un comportamento analogo alle sostanze ricavate dalle corteccie di *Coto*, essa darebbe col joduro metilico e potassa un derivato metilato, mentre le ultime danno derivati bimetilati.

Tenendo conto di tutti i fatti esposti ci sembra abbastaza probabile che la *paracotoina* e la nuova sostanza da noi descritta in questa Memoria abbiano realmente la costituzione chimica, che noi loro attribuiamo.

Per ultimo vorremo aggiungere qualche osservazione sulla *dicotoina* di Iobst e Hesse, che secondo questi autori accompagnerebbe anche essa la *cotoina* nella vera corteccia di *Coto*.

La dicotoina sarebbe un anidride della cotoina,

$$2C_{22}H_{18}O_6 - H_2O = C_{44}H_{34}O_{11},$$

e si trasformerebbe in quest' ultima per ebollizione con acqua. Tenendo ora conto di quanto noi abbiamo trovato, tutto ció non sembra assai probabile e fa nascere il dubbio che l' esistenza della *dicotoina* non sia ancora sufficientemente provata.

Iobst e Hesse non hanno certamente avuto puro il prodotto ch' essi chiamano *dicotoina* e non é improbabile che questa sostanza non sia altro che un miscuglio di cotoina e del composto descritto in questa Memoria. Con tale supposizione starebbe in accordo la composizione della dicotoina ed anche il suo punto di fusione, che i citati autori trovarono fra 74 e 77°. Con ció noi non intendiamo emettere sulla dicotoina un giudizio definitivo ed insistiamo su questo punto per togliere al Sig. Hesse ogni pretesto di risposta o giustificazione che non sia accompagnata da nuovi fatti veramenti dimostrativi.

Bologna, 1° Marzo 1894.

SULLA COMPOSIZIONE

DEI

CONDILI OCCIPITALI NELLE VARIE CLASSI DI VERTEBRATI

E

SULL'OMOLOGIA DEL TERZO CONDILO OCCIPITALE DELL'UOMO

CON

IL CONDILO OCCIPITALE UNICO DEGLI UCCELLI E DEI RETTILI

NOTA

DEL

PROF. LUIGI CALORI

ACCOMPAGNATA DA UNA TAVOLA

(Letta nella Seduta del 25 Febbraio 1894).

Tutti sanno che la composizione dei condili occipitali dell' uomo e dei mammiferi è per quattro parti od elementi ossei, due per ciascun condilo, uno contribuito dall' occipitale basilare o corpo della vertebra occipitale, l' altro dall' occipitale laterale, od arco vertebrale. Le due parti sono ben distinte nel feto, ed anche dopo la nascita fino ad una certa età, e sono riunite da prima per sincondrosi ed in fine per sinostosi. I due condili che ne risultano, tengono i lati del grande forame occipitale più o meno in avanti, e distano più o meno fra loro con la estremità anteriore od inferiore, e possono essere molto vicini; di che si hanno esempi già nei mammiferi (Camello, Antilope, Monotremi). Cotesto avvicinamento, va secondo che pare, di conserva con notabile loro grandezza, o vero con non troppa larghezza dell' occipitale basilare, ed è passo alla coalizione e confusione loro in un condilo unico quale si trova negli uccelli e nei rettili eccetto i Batrachi, Rane, Salamandre, Cecilie ecc., se però queste ultime non vogliansi avere per Ofidi nudi come certi naturalisti e G. Cuvier le qualifica (1), i quali batrachi hanno due condili ben distinti e grandi. Sì fatta eccezione non è poi solo solo di questi rettili, ma di altri vertebrati inferiori, cioè di alcuni pesci cartilaginei: di che fia più oltre trattato e discusso.

È dettato che i condili occipitali dei Batrachi siano semplici pertinenze

---

(1) *Régne animal*, édition accompagnée des Planches gravées ecc. Reptil Texte, pag. 135 e segg. — Atlas Pl. 36 ter.

degli occipitali laterali, o siano, come dicono, portati semplicemente da questi, e che alla loro composizione nulla può contribuire l'occipitale basilare, siccome quello che manca, mancanza di esso loro caratteristica (1). Questa eccezione è generalmente ammessa dagli Anatomici anche recentissimi (2), ed è eccezione molto forte; imperocchè negli altri vertebrati l'occipitale basilare entra nell'articolazione occipito-vertebrale o nella composizione dei condili, ed anche da solo può formare il condilo: di che trovansi prove negli uccelli ed altresì nei pesci ossei. Infatti, scrive Cuvier (3), nella Fistularia tabacaria e nell'Aulostoma chinese, non che nella Centrisca e nell'Anfisile l'occipitale basilare in cambio di essere posteriormente cavo è pieno e convesso, e forma un condilo simile a quello dei rettili squamosi. La quale similitudine non mi fa troppo capace, essendo il condilo unico di questi rettili non così semplice, ma di più parti composto. E per fermo nei pesci mentovati alla composizione dell'unico condilo non concorrono punto gli occipitali laterali, i quali nei rettili squamosi prendono parte a quella composizione. Ed in molti pesci ossei occorre altrettanto, e le parti o faccette articolari contribuite dagli occipitali laterali e dall'occipitale basilare formano una cavità avente un forame nel mezzo, la quale suol essere conica, e si unisce con altra simile della prima vertebra, venendone così un'unica biconica comune, riempiuta dalla porzione dilatata corrispondente della corda dorsale. Non saprebbesi dire il medesimo rispetto a' pesci cartilaginei per ragioni di struttura ben cognite, che io perciò mi dispenso di qui addurre; ma la loro cartilagine cefalica o craniense, sì certamente con la porzione che corrisponde all'occipitale basilare, si unisce alla colonna vertebrale, e quest'unione, da alcune eccezioni in fuori, è immobile: di che potrà chiunque trarre facilmente prove irrefragabili da due pesci cartilaginei comuni appo noi, l'Acipenser sturio, e lo Squalus canicula. Finalmente l'unico condilo degli uccelli è secondo Cuvier (4) formato per la massima parte dall'occipitale basilare, e Perrier scrive Op. cit.ª pag. 908 « condyle occipitale porté par le basi-occipitale », trattando dell'articolazione cranio-vertebrale degli uccelli, e adducendo ad esempio la Meleagris Mexicana. Su di che mi fermerò esaminando particolarmente l'unico loro condilo. Per le quali tutte cose è manifesto che l'intervento dell'occipitale basilare nella composizione dei condili è come a dire continuo a petto di quello degli occipitali laterali, che certamente non di rado manca nei pesci,

---

(1) Vedi G. Cuvier, *Leçons d'Anat. comp.*, Troisième édition, Tome premier, Bruxelles 1836, pag. 367.

(2) Fra gli altri vedi *Elem. d'Anat. comp.* par Remy Perrier, Paris 1893, pag. 896.

(3) *Leçons*, Tomo cit. pag. 388.

(4) *Huitième leçon*, pag. 274.

ed aggiugniamo anche negli uccelli, e che perciò l'eccezione vuolsi facciano i Batrachi è veramente grande.

Io ho consultate le figure dei crani de' Batrachi date da Cuvier nell' Opera sulle ossa fossili, figure riprodotte nell' *Atlante dei Rettili del Regno animale* (1), e par bene che non vi habbiano che gli occipitali laterali formanti o portanti i condili e prolungantisi nella base craniense dove vengono a contatto (Salamandra acquaiuola o cristata) lasciando una rima fra loro, in cui s' insinua nella Salamandra terrestre e nell' Axolotl una porzione del corpo sfenoidale che va fino al grande forame occipitale, e del pari nella Salamandra gigante Barton (Menopoma), ove la detta porzione di corpo sfenoidale giunta al detto grande forame tiene una faccetta concava per l' articolazione della testa con la prima vertebra (2). Sarebbe mai che quella porzione fosse pertinenza dell' occipitale basilare anchilosatasi con il corpo sfenoidale o non individuatasi? Del resto la rima divisata non sempre apparisce, e nella Figura che Cuvier dà della base craniense della grande Salamandra dell' America settentrionale (Menopoma Alleganiensis, Harlan) non è rappresentata, nè io la veggo ne' preparati che ho sott'occhi di Batrachi comuni (Rana Bufo Fig. 1ª e Salamandra acquaiuola o cristata Fig. 2ª). Pare che in questi due Batrachi siavi proprio l' occipital basilare saldato già agli occipitali laterali, se voglia prendersi la porzione ossea *a* Fig. 1ª, Fig. 2ª, come tale, e per tale ne inviterebbe a prenderla l' essersi trovato nel Bufo Marinus, secondo che nota Stannius (3), un piccolo occipitale basilare osseo affatto separato o individuato, e così pure nella Pipa e nel Proteo, secondo che pone G. F. Meckel (4), ed in fine anche i casi di occipitale basilare cartilagineo contiguo o continuo con l' incrostazione cartilaginea dei condili, se però così fatto basilare non potesse avere la significazione di legamento intervertebrale. E se il vedere non mi ha sconciamente illuso, esso occipitale basilare nella Rana Bufo contribuisce una particella esiguissima *b* Fig. 1ª alla composizione dei condili. Ma passando a considerare la grande estensione degli occipitali laterali nella base nasce l' idea in essi pur si contenga l' occipitale basilare, che è rimasto indistinto, come nel cranio primordiale, e questa supposizione riceve conforto dall' essere gli occipitali laterali processi o produzioni dell'occipitale basilare, siccome ne induce a pensare la cartilagine crociforme, o a similitudine di una X rinchiusa nel corpo vertebrale di certi pesci ossei (Esox Lucius),

---

(1) *Recherches sur les ossemens fossiles*, édition in 4°, Tome V, 2ᵉ partie, Tav. XXV-XXVI-XXVII e *Régne animale*, édition cit. Pl. 40, 41 bis, 42.

(2) *Leçons*, Tomo cit. pag. 370.

(3) *Nouveau Manuel d' Anat. comp.* par M. M. C. Th. de Siebold et H. Stannius, Tome deuxième, « Animaux vertébrées ecc. » Paris 1850, pag. 165.

(4) *Traité génér. d'Anat. comp.* Tome deuxième, Paris 1828, pag. 688, 89.

dalle estremità delle due aste della quale prolungansi superiormente gli archi costituenti l'anello vertebrale o nervoso, ed inferiormente gli archi viscerali o vascolari (1). Io non so se queste ragioni mi verranno menate buone o se verranno reputate alla circostanza; ma comunque sia, esse mi hanno tenuto, e mi tengono tuttavia perplesso ad accogliere il dettato di Cuvier che nei Batrachi manchi al postutto l'occipitale basilare, o che nella composizione dei condili non entrino che gli occipitali laterali.

E qui parmi luogo opportuno di prendere in considerazione la duplicità dei condili occipitali ammessa dagli Anatomici in certi pesci cartilaginei esaminandone la conformazione e la composizione in rapporto con la conformazione e la composizione di quelli dei Batrachi, o vero se in essa entri sì o no, e con piena certezza, l'occipitale basilare. Tali pesci appartengono al gruppo dei Plagiostomi, e sono le Chimere e le Raje. Per tale bisogna io non ho potuto giovarmi che della Raja clavata, ed ecco quanto mi è venuto di osservare. E primieramente quelli che gli autori chiamano condili, non hanno nella detta Raja la forma di semplici condili come nelle Rane e nelle Salamandre, ma di superficie articolari sigmoidee Fig. 3ª, formate da un condilo interno *a*, e da una doccia o cavità glenoidea esterna *b* terminata da una crestolina *c* leggiermente rilevata che a prima giunta direbbonsi troclee, meglio però superficie articolari sigmoidee paragonabili alla cavità glenoide unita al condilo della radice trasversa dell'apofisi zigomatica del temporale umano; superficie situate l'una da un lato, l'altra dall'altro lato del grande forame occipitale, separate da uno spazio intercondiloideo, o vero intersigmoideo piuttosto ragguardevole. A queste due superficie articolari occipitali corrispondono due altre superficie articolari concavo-convesse e sigmoidee della vertebra retroposta Fig. 3ᵇ, però disposte inversamente, siccome quelle che portano il condilo *f* esternamente, e la cavità glenoidea *g*, internamente, la quale riceve il condilo occipitale; in mentre che la cavità glenoidea posta all'esterno di questo riceve il condilo della detta vertebra, e tali superficie articolari sigmoidee di esso lei stanno, ben s'intende, come le due ampie cavità glenoidee dei Batrachi poco sopra nominati. Se non che oltre queste due articolazioni cranio-vertebrali laterali ne ha una terza media che scevera la Raja al postutto dai Batrachi, e l'accosta ai Rettili squamosi ed agli Uccelli, ed avviene per un lato mediante una cavità glenoidea doppia *d*, Fig. 3ª, avente per separazione un piccolo sprone *e*, la quale cavità trovasi subito al di dentro del segmento inferiore angoloso del grande forame occipitale, e per l'altro lato mediante un doppio condilo portato da un processo della vertebra retroposta sud-

---

(1) Vedi Gegenbaur, *Manuale di Anat. comp.* tradotto in italiano dal Prof. C. Emery. Napoli 1882, pag. 497, Fig. 223

detta Fig. 3^b. Questa vertebra è foggiata a canale o a tubo, fornita di un robusto processo spinoso portante nell'apice una bella epifisi, ed è priva di corpo, e il tubo nella parte od estremità anteriore è tagliato a somiglianza di penna da scrivere superiormente aperta, la quale a' lati della punta ha le due cavità sigmoidee sopradette, e nel largo finisce in due condili *h* separati da un solchetto *i*, e descriventi insieme uniti un semicircolo, insinuato dentro il grande forame occipitale, ed articolato con la doppia cavità glenoidea o le due cavità glenoidee *d*, poste dentro dalla sua parte inferiore nell'occipitale basilare. In questa doppia articolazione cranio-vertebrale media ha certamente l' intervento di quella porzione della cartilagine cefalica, corrispondente all'occipitale basilare: ma delle articolazioni cranio-vertebrali laterali si può egli dire altrettanto? Parmi che no; imperocchè non essendo distinte o individuate nella cartilagine craniense o cefalica le parti componenti l'occipitale, non si può dire con sicurezza, se o solo gli occipitali laterali, come a prima giunta parrebbe, od anche l'occipitale basilare entri nella composizione di quelle superficie articolari sigmoidee craniensi. Laonde qui pure ci troviamo nelle dubbiezze nelle quali siamo stati rispetto ai Batrachi circa tale argomento, e nulla, ben s' intende, n'è venuto di luce circa l' esserci o non esserci nella composizione de' loro condili l'occipitale basilare, o più convenientemente colle premesse circa l' esserci o non esserci questa porzione dell'osso occipitale.

Ma negli altri rettili l'occipitale basilare fuor d'ogni dubbio esiste, ed entra nella composizione dell' unico loro condilo, che già Cuvier ne'Cheloni disse composto di tre tubercoli, chiamati condili da Carus, l'inferiore dei quali tubercoli che è medio ed impari, è formato dall'occipitale basilare, ed i superiori che sono laterali, dagli occipitali laterali, tubercoli riuniti fra loro per un'articolazione a V rovesciata (1). Lo stesso Cuvier trattando del condilo occipitale de'Sauri dice che esso è formato quasi per intero dall'occipitale basilare (2), e rispetto agli Ofidi squamosi nulla ne dice; ma Carus nota che il condilo è talvolta « muni de trois facettes articulaires (3) ». Stannius però è quello che ha generalmente assegnato all' unico condilo non solo degli Ofidi, ma e de' Sauri tre tubercoli, come ne' Cheloni (4). La quale triplice composizione dell' unico condilo occipitale nei rettili divisati è certamente indubitabile, e chiunque n' habbia preparato qualche cranio, ne sarà sicuramente testimonio. Se non che alcuno potrebbe dire esserci delle eccezioni, ma oltre che il generalmente non le esclude,

---

(1) *Leçons*, Tome premier, pag. 350.
(2) *Leçons*, Tomo cit., pag. 356.
(3) *Traité elem. d' Anat. comp.* Tome premier, Paris 1835, pag. 189.
(4) Op. cit. Tomo cit., pag. 169.

il Wiedersheim potrebbe rispondere, che qualora il condilo apparisse semplice, dovrebbe nondimeno essere considerato composto di tre parti (1). L'occipitale basilare è nei tre detti ordini di rettili stretto al grande forame occipitale, dove forma il tubercolo medio od impari quando sottoposto, quando frapposto ai tubercoli laterali, menati già dagli occipitali laterali, come fu detto. Il tubercolo medio od impari è l'omologo delle due porzioni ossee contribuite dall'occipitale basilare alla composizione dei condili occipitali dell'uomo e dei mammiferi, e ciò è provato dal trovarsi non di rado doppio, o per intero, o vero in gran parte. Questa duplicità mi è occorsa la prima volta preparando il piccolo cranio di un Crocodilino del Nilo, (Crocodilus vulgaris C.) lungo poco più di 24 centimetri. La superficie, onde l'unico condilo si articola con la prima vertebra della colonna Fig. 5ª, ritrae da quella onde l'occipitale di non pochi pesci ossei si articola con la medesima vertebra, e siane esempio quella della Solea comune, che vedi ritratta dalla Fig. 4ª. Paragonando le due citate Figure si ha la convinzione di ciò; e si vede che nel Rettile la porzione *a* è corrispondente alla porzione *a* della Solea, salvo che in questa è dessa concava, laddove in quello è piana; la quale pianezza potrebbe ricordare quella del tubercolo inferiore o medio od impari del condilo occipitale unico di una Testudo Cauana adulta, il cranio della quale ebbi 32 anni sono da un carissimo amico ahi! troppo presto rapito alla scienza, il Prof. Filippo Carli di sempre cara ed onorata memoria presso chiunque habbia in pregio il gentil costume ed i buoni studi. E pare che tale pianezza habbia rapporto di causalità con lo stato della cartilagine che la copre, la quale se fresca fa che il tubercolo riesca rilevato e tondeggiante, ma seccandosi fa che si abbassi e si appiani, come ho veduto in altre specie di testuggini certo non vecchie, ed altrettanto se levata o distrutta, donde sembra potersi congetturare avere quella Cauana, tutto che adulta, dovuto essere forse stata non di gran tempo; la quale cagione, se mal non mi appongo, credo possa essere pure stata la medesima che ha prodotta la pianezza della porzione media ed inferiore del condilo occipitale unico del Crocodilino; se non che superiormente nel Crocodilino ha un solco che la divisa in due, il quale solco nella Cauana, come in altre, non apparisce: ma negli individui giovanissimi convien ammettere che tale segno di divisione del tubercolo inferiore od impari in due generalmente esista; poichè l'ho trovato in una piccola T. Lutaria e più evidentemente, secondo che dimostra in *a* la Fig. 6ª, in una piccolissima T. Græca: nella quale bipartizione di quel tubercolo inferiore o medio od impari ci abbatteremo più oltre in altri rettili squamosi.

---

(1) *Compendio di Anat. comp. dei vertebrati*, pag. 76, « Rettili ». — Edizione italiana per cura di Giacomo Cattaneo. Casa editrice Dott. Francesco Vallardi.

Nella parte superiore della porzione piana *a* Fig. 5ª sonvi nel Crocodilino i due piccoli tubercoli *b* omologhi agli *a* della Fig. 6ª, i quali s' ingrandiscono a spese della porzione detta discendendo verso il piano indiviso che ne forma come a dire il ceppo, e questa differenza allontana il crocodilino dalla testuggine, e l'accosta al pesce, ove alla parte superiore della porzione *a* Fig. 4ª trovansi pure le particelle *b*, paragonabili ai due tubercoli anzidetti; all' esterno di questi veggonsi i due tubercoli *c*, pertinenti agli occipitali laterali: nella Solea al di sopra ed un po' al di fuori delle particelle *b* trovansi le particelle un po' maggiori *c* pertinenti esse altresì agli occipitali laterali. Le particelle *c* poi e le *b*, sono cave ed unite ad angolo posteriormente aperto, nella cui apertura od insenatura si mette il processo a mo' di bietta, formato dalle particelle *e*, *f*, Fig. 4^b degli archi della prima vertebra, ma nel Crocodilino le particelle *b*, *c*, sono convesse, e le *c* al lato esterno delle *b*, e non superiori. Questo parallelo e questa che mal avrebbesi per omologia, si dirà forse, avrebbero trovato luogo più opportuno parlando della mancanza dell' occipitale basilare nei Batrachi; ma dirne in quella circostanza non potevasi, stante che avrei alterato di troppo l'ordine di questa esposizione, essendo che presupponeva la cognizione delle parti articolari descritte nell' osso occipitale del Crocodilino.

Nel Ramarro (Lacerta viridis) veggonsi bene nell' unico condilo i tre tubercoli, ed il medio od impari è grande, ma non distinguesi che sia veramente diviso in due; del pari nel Platidactylus guttatus, o Gecko a gocciette, nel Camaleonte, nell' Uromastix Spinipes ecc. Che se in questi Sauri cotal divisione o non apparisce od è dubbia, ben altrimenti in altri; ed un accenno me ne ha presentato il Psammosauro grigio, ed evidentissima m' è occorsa nel Varanus elegans Fig. 7ª, e specialmente in un Monitor di specie dubbia, indeterminato (1), ma che non ostante ho voluto rappresentare per essere un bell' esempio di quattro tubercoli quasi simili Fig. 8ª, laddove nel Varanus i due esterni sono più voluminosi. Quanto agli Ofidi, l'Anguis fragilis, il Coluber Æsculapii, l'Atrovirens ecc. non portano che tre tubercoli, ed il medio è indiviso, ma non mancano esempi di divisione, non sempre però così perfetta come nei Sauri divisati, ed uno me ne ha presentato il Crotalus horridus Fig. 9ª, ed altro il Coluber natrix tropidonotus Fig. 10ª. In fine mette conto notare che ai quattro tubercoli corrispondono nell' atlante o prima vertebra della colonna quattro piccole cavità glenoidee contigue come quelli, ma tre solo ne porta la detta vertebra, quando il tubercolo medio non è diviso in due.

Negli uccelli, secondo che nota Stannius (2) il condilo occipitale è

---

(1) Questo teschio un po' malconcio tratto da vecchi scarti del nostro Museo Zoologico ha delle somiglianze con quello del Monitor Americanus, e sembrerebbe di una specie affine.

(2) Op. cit. Tomo cit., pag. 288.

emisferico e semplice negli individui adulti, ma ne' giovani si compone sempre di tre tubercoli contigui che appartengono uno all'occipitale basilare, i due altri agli occipitali laterali. Le quali asserzioni non disconvengono certo col vero. Se non che occorrono delle eccezioni, essendovi degli uccelli a condilo formato semplicemente dall'occipitale basilare, esclusa affatto la cooperazione degli occipitali laterali; condilo già omologo al tubercolo medio od impari suddetto, od alle due porzioni dell'occipital basilare che lo compongono, e tali eccezioni, a dir vero, non sono troppo scarse. Io fra varie che ne posseggo, ho toltone l'esempio dal cranio di un Frosone o Becco grosso adulto (Loxia Coccothraustes L.) Fig. 11ª, dove si vede in *a* il condilo prodotto dall'occipitale basilare uscire come da un calicetto non in forma di tubercolo emisferico, o di renuncolo globoso con l'hilo in alto ed in avanti, ma allungato, e sembiante ad un piccolo pene umano emergente da uno scroto fesso come in certi casi d'Ipospadia, o ad una voluminosa clitoride emergente d'infra due grandi labbra aperte; condilo articolato con una cavità scolpita nell'apice del corpo dell'atlante od apofisi odontoidea; veggonsi poi in *b* due tubercoletti degli occipitali laterali, situati alla articolazione coll'occipitale basilare, ma non incrostati di cartilagine, nè articolantisi con l'atlante che non ha una corrispondente faccetta o cavità articolare per accoglierli; tubercoletti distanti ciascuno dal condilo quasi un millim., e fra loro uno e mezzo, e molto meno rilevati di quello. Non è già nuovo che il condilo occipitale negli uccelli sia produzione esclusiva dell'occipitale basilare, che, come riferii di sopra, Perrier tale pure lo ha ammesso nella Meleagris Mexicana, e pare che della eccezione faccia egli una regola: la qual cosa non è. Ben s'intende che l'emancipazione dell'unico condilo dagli occipitali laterali ripete quella della Fistularia tabacaria e degli altri pesci ossei nominati di sopra, e che comprova vieppiù la principale importanza dell'occipitale basilare nell'articolazione del cranio con la prima vertebra della colonna. Finalmente importa notare che in questi casi il processo odontoideo è molto elevato al di sopra dell'arco anteriore dell'atlante, e che porta nell'apice un piccolo cotile, nel quale è ricevuta l'estremità articolare convessa del condilo occipitale descritto. Ma poste da banda le eccezioni, certa cosa è che negli uccelli giovani di molte specie sono più o meno manifesti i tre tubercoli componenti l'unico condilo, i quali talvolta anche negli adulti appariscono distinti, e così li ho trovati in un Airone di non picciol tempo (Ardea Major), e li vedi ritratti dalla Fig. 12ª. I tre tubercoli sono di presso che eguale grandezza, lateralmente addossati e stivati fra loro, ed uniti per sinostosi formando un archetto a concavità superiore, dal centro del quale comincia un solco che si divide in due leggierissimi arcuati che discendono abbracciando il tubercolo medio od impari, e separandolo dagli altri due

pari che sono laterali. Questi sono pertinenze o produzioni degli occipitali laterali, quello dell'occipitale basilare, ed è come nei rettili ad unico condilo occipitale, omologo alle due porzioni contribuite nell' uomo e nei mammiferi alla composizione dei condili dall'occipital basilare, e ai due tubercoli medi dell' unico condilo de' giovani Cheloni, de' Sauri e degli Ofidi sopradetti. Non sarà superfluo aggiugnere che la cavità glenoidea corrispondente dell' atlante è formata di tre fossettine circolari accoglienti la convessità dei tre tubercoli; differenza notevole con quanto ha offerto il Frosone, ed offrono non pochi altri uccelli. Ho cercato in altri uccelli adulti la descritta distinzione dell' unico condilo occipitale dell'Airone in tre tubercoli, ed appena l'ho scorta in qualcuno, ma debolissima, ed anche dubbia (Gallinacei, Anitre ecc.). Spessissimo ho veduto una profonda incisura superiore, che divisavalo in due tubercoli; incisura che sarebbesi detta uno spazio intercondiloideo strettissimo occupato da un piccolo, ma robusto legamento che aveva sembiante del sospensorio del dente, e al di dietro della incisura un tubercolo molto maggiore emisferico, nulla distinto da quelli per un solco, tutto che leggerissimo, ma che nondimeno poteva considerarsi quale tubercolo medio od impari dato dall' occipitale basilare cui era continuo. Dei due cranj che ho preparati di Faraona (Numida Meleagris) in uno quell' incisura degenerava in un solchettino finissimo, o piuttosto linea scura Fig. 13ª abbastanza visibile, che percorreva arcuando la linea media del condilo, e dileguavasi presso il centro del medesimo: altro solchettino o linea consimile, moveva pure da una incisura inferiore o posteriore più piccola dell'altra, ed ascendeva arcuando sulla parte media del tubercolo impari, ma non aggiungeva la superiore, ed era ivi ad indicare l' essere il condilo divisibile in due metà laterali, nelle quali non potevasi a meno di avvisare superiormente i tubercoli laterali pertinenti agli occipitali laterali, e nel centro ed inferiormente il tubercolo medio od impari pertinente all'occipitale basilare; tubercolo avente così faccia di essere diviso in due. Finalmente nel pulcino del Phasianus Gallus ho trovato ben distinti i tre tubercoli articolati insieme per sincondrosi, ed è molto notabile come la cartilagine loro frapposta piuttosto abbondante ben presto si ossifichi e s' incorpori con essi sì fattamente da aversi un tutto indistinto, o tale da non lasciar scorgere o mal scorgere traccia della primitiva composizione: alla quale cagione vuolsi certamente attribuire l' apparente semplicità del condilo occipitale che si avvisa generalmente negli uccelli adulti. Di questi tre tubercoli poi del pulcino i superiori sono i più piccoli, l'inferiore il più grande appartenente all' occipitale basilare, laddove quelli agli occipitali laterali. Nessun indizio ho scorto di distinzione nel maggiore in due tubercoli. La cavità glenoidea dell' atlante era come nell'Airone.

Dalle osservazioni fin qui riferite si trae;

Che l' importanza principalissima nella composizione della parte o parti, o vero condili dell' osso occipitale articolantisi con la prima vertebra della colonna, é dell' occipitale basilare, tutto che possa venir parata davanti qualche eccezione, peró dubbia;

Che l' occipitale basilare, esclusi affatto gli occipitali laterali, forma talvolta da solo un condilo unico (certi pesci pag. 284, non pochi uccelli pag. 290) omologo alle due parti ossee contribuite alla composizione dei condili occipitali nell' uomo e nei mammiferi dall' occipitale basilare, ed é indubitatamente omologo al tubercolo inferiore o medio od impari dell'unico condilo occipitale de'Cheloni, de'Sauri e degli Ofidi, non che al tubercolo medio od impari dell' unico condilo occipitale degli Uccelli specialmente giovani, i quali essi altresí offrono nell' unico lor condilo occipitale, salvo i casi ne' quali gli occipitali laterali non ne partecipano alla composizione, i tre tubercoli come in quei rettili: composizione piuttosto rara ad incontrarsi ben distinta negli individui adulti;

Che l' omologia del tubercolo inferiore o medio od impari sopradetto, già pertinente all' occipital basilare, con le due parti da questo contribuite alla composizione de' condili occipitali dell' uomo e dei mammiferi non ammetta dubbi, si ha dal trovarsi tale tubercolo diviso perfettamente in due medi ritraenti le dette parti, di che ne hanno offerto esempi chiarissimi i Rettili squamosi suddivisati, e per ció che ne farebbe credere la Numida Meleagris, anche gli uccelli;

Che in fine l' unico condilo occipitale di quei rettili, e di una gran parte di uccelli é composto delle medesime parti dei condili occipitali dei mammiferi e dell' uomo.

Ma se cosí é, si puó egli accogliere l' omologia pensata da Gian Federico Meckel del cosí detto terzo condilo occipitale dell' uomo con l' unico condilo occipitale degli uccelli e dei rettili? Certamente che non, e gli anatomici se ne sono prestamente avveduti, onde che ne hanno ristretta l' omologia con il tubercolo inferiore o medio od impari, ed il Prof. Romiti che é stato il primo ad avvisarne l'inammissibilitá, l'ha ristretta con il tubercolo inferiore o medio od impari dell' unico condilo occipitale dei Cheloni (1), ed il Prof. Tafani (2) con il tubercolo medio dell' unico condilo occipitale degli Ofidi, ed un terzo forse potrebbe voler aggiugnere ció che vale pur il medesimo, all' unico condilo occipitale di quegli uccelli che l' hanno formato dal solo occipitale basilare. Ma anche cosí circoscritta, l' omologia non pare

(1) *Una osservazione di terzo condilo occipitale nell' uomo e considerazioni relative.* Atti della Società Toscana di Scienze naturali, Vol. VII, 1885.

(2) *Della presenza di un terzo condilo nell' uomo.* Archivio per l'Antropologia e l' Etnologia, Vol. XV, fascicolo I.

sostenibile, perché il terzo condilo occipitale non è omologo alle due parti che l'occipitale basilare contribuisce alla composizione dei due condili occipitali dell' uomo e dei mammiferi, com' è di queste parti omologo il tubercolo inferiore o medio od impari del condilo occipitale unico dei rettili sopradetti ed omologo altresì l'unico condilo degli uccelli, quando è formato dal semplice occipitale basilare: ond' è manifesto che e tubercolo inferiore o medio od impari e terzo condilo occipitale dell'uomo non saprebbonsi assimilare, e così l'unico condilo occipitale degli uccelli qualora formato dal solo occipitale basilare; nè quindi potrebbero essere omologhi. I pochi casi che posseggo di questo terzo condilo occipitale dell' uomo, sono presso che simili ai divisati ed illustrati dai varii Autori: il perché sarebbe superfluo descriverli. Di uno però non voglio passarmi, ed esso appartiene al cranio di un uomo di 52 anni, ad indice cefalico 81, ed era un ladro. Il detto condilo Fig. 14ª, è situato nella parte media dello spazio intercondiloideo anteriore che misura la lunghezza di 15 millim., ed è quadrilatero; piatto posteriormente, leggiermente convesso anteriormente, ov' è un po' più lungo, terminando in guisa di piccola eminenza mammillare. È di non grande volume, lungo millim. 7, largo 7, limitato, e come a dire separato lateralmente, però nella parte posteriore solo, dall'occipitale basilare per due solchi longitudinali, il più profondo dei quali è il sinistro, ed in ciascun solco inferiormente ha un forame venoso un po' più alto a sinistra che a destra. La sua faccia posteriore o libera è piana, tutta articolare, ed articolar doveasi, come generalmente, con il processo odontoideo in simili casi più lungo del solito. I condili occipitali laterali sono ben rilevati e normali, onde il terzo condilo rimane molto alto, e come fra essi sepolto, ed il forame grande occipitale è lungo millim. 35, largo 32. Considerando la forma e quasi isolamento del terzo condilo descritto, e ripetutamente contemplandolo mi si è fatto davanti alla mente il legamento sospensorio del dente, o com'oggi lo chiamano con uno dei soliti nomacci legamento apicale. Questo legamento è piatto ed in forma di quadrilungo, inserito superiormente in quel medesimo punto dello spazio intercondiloideo anteriore, dal quale muove il terzo condilo occipitale. Si sa poi, ch' esso legamento è una particella intervertebrale della corda dorsale, e simile ad un legamento intervertebrale, il legamento intervertebrale tra il corpo dell' atlante od apofisi odontoide ed il corpo della vertebra occipitale od occipitale basilare. La corda dorsale come per entro i corpi delle vertebre si ossifica, così può anche nei legamenti intervertebrali come nell' anchilosi delle vertebre e nella unione ossea normale dei corpi delle false vertebre, quali sono quelle che compongono il sacro. La quale ossificazione nulla ripugna ad ammettere non possa accidentalmente accadere anche nel legamento sospensorio, ed ossificandosi si distacchi dall'apofisi odontoide per amore della libertà

e maggior estensione del movimento articolare, saldandosi od articolandosi di necessità con il corpo della vertebra occipitale, od occipitale basilare. Questa l' interpretazione che uom potrebbe dare del terzo condilo occipitale suddivisato, cioè di un'ossificazione accidentale del legamento sospensorio del dente, o legamento intervertebrale odonto-basilare scioltosi dall'apofisi odontoide, con cui però rimane mobilmente articolato, ed anchilosatosi con il corpo della vertebra occipitale, od occipitale basilare. Se qui il sito, la forma quadrilatera piatta, l' isolamento ecc. ne persuadono la esposta interpretazione, la mancanza di tali circostanze potrebbe forse dissuaderla, e dissuaderebbela la situazione laterale del terzo condilo presso ad uno dei condili normali cui fosse pur unito come per un istmo, od il prolungarsi di un condilo divenuto men prominente e più stretto fin presso il punto medio dello spazio intercondiloideo anteriore, ed esigerebbene un' altra. Ma checchè sia, io non mi sono proposto di dare novelle interpretazioni del terzo condilo, ma solo di mostrare che l' omologia di esso con l' unico condilo occipitale degli uccelli e dei rettili, o con il suo tubercolo inferiore o medio od impari, o se vuolsi aggiugnere, ciò che vale lo stesso con il condilo unico di quegli uccelli nei quali è semplicemente formato dall' occipitale basilare, non è, secondo che parmi, sostenibile.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

Tutte le Figure di questa Tavola ritraggono gli oggetti di grandezza naturale.

Fig. 1ª - Base del cranio di una Rana Bufo adulta dimostrante specialmente la composizione dei condili occipitali.

a, occipitale basilare? — *b*, particella che esso contribuisce alla composizione dei condili — *c*, porzione dell' occipitale laterale contribuita alla composizione dei condili suddetti.

Fig. 2ª - Base del cranio di una Salamandra acquaiuola o crestata.

a, occipitale basilare? — *b*, condili.

Fig. 3ª - Parti della regione occipitale della Raja clavata articolantisi con la colonna vertebrale.

Fig. 3[b] - Parti onde la prima vertebra della colonna vertebrale si articola con il cranio della Raia medesima.

a, *b*, *c*, superficie articolari sigmoidee situate a' lati del grande forame occipitale, cioè *a*, condilo — *b*, cavità glenoidea — *c*, crestolina ond'è terminata questa cavità — *d*, cavità articolari glenoidee situate allo interno del margine inferiore del grande forame occipitale — *e*, piccolo sprone separante le due cavità glenoidee notate — *f*, *g*, superficie articolari sigmoidee situate a' lati del tubo della prima vertebra, o della porzione di tubo tagliata a somiglianza di penna da scrivere: la *f*, indica un condilo della superficie, la *g*, una cavità glenoidea — *h*, condili portati dalla estremità anteriore di questa porzione di tubo cosi foggiata separati da un leggier solchettino *i*.

Fig. 4[a] - Fig. 4[b] - Superficie onde l'occipitale si articola nella Solea comune (Pleuronectes Solea L.) con la prima vertebra della colonna, e superficie articolare corrispondente della prima vertebra detta.

a, superficie articolare concava dell'occipitale basilare — *b*, particella distinta di questa superficie articolata con l'occipitale laterale corrispondente — *c*, particella contribuita alla detta superficie dall'occipitale laterale — *d*, superficie articolare concava anteriore del corpo della prima vertebra, superficie corrispondente alla indicata *a* del corpo della vertebra occipitale — *e*, due superficie articolari oblique unite ad angolo, e formanti come una bietta messa nell'angolo o seno angoloso tra le parti destre e sinistre *b*, *c*, — *f*, superficie articolari degli archi nervosi della prima vertebra.

Fig. 5[a] - Composizione dell'unico condilo occipitale di un Crocodilino del Nilo (Crocodilus vulgaris Cuvier).

a, porzione articolare semplice dell'occipitale basilare — *b*, tubercoli ond'è superiormente divisa — *c*, tubercoli formati dagli occipitali laterali.

Fig. 6[a] - Condilo occipitale presentante il tubercolo inferiore o medio od impari diviso in due di una piccola Testudo Græca.

a, il detto tubercolo bipartito — *b*, tubercoli degli occipitali laterali.

Fig. 7[a] - Condilo occipitale quadripartito del Varanus elegans.

a, tubercoli medi dell'unico condilo occipitale — *b*, tubercoli laterali più voluminosi dei medi.

Fig. 8ª - Condilo occipitale quadripartito di un Monitor di specie dubbia.
a, tubercoli medi — *b*, tubercoli laterali presso che simili di volume ai primi.

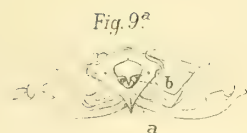
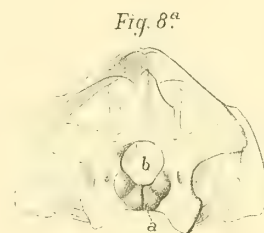
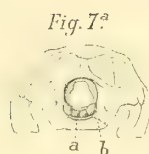
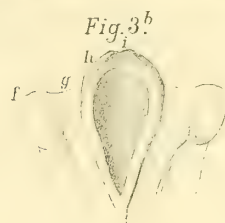
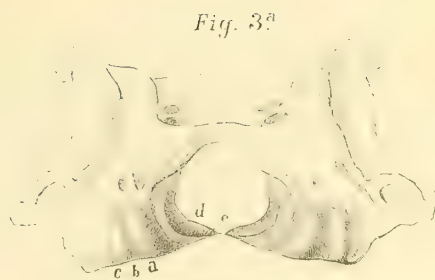
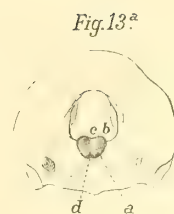
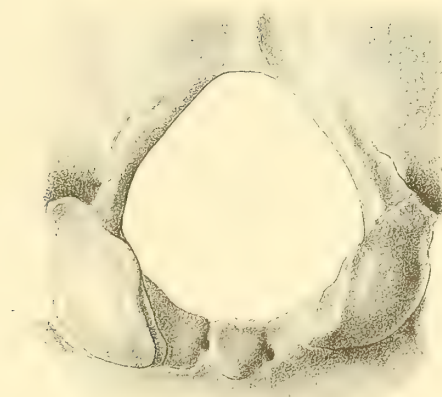
Fig. 9ª - Condilo occipitale unico del Crotalus horridus.

Fig. 10ª - Condilo occipitale unico del Coluber natrix tropidonotus.
In amendue le Figure
a, tubercolo medio imperfettamente diviso nel primo, ma perfettamente nel secondo — *b*, tubercoli laterali.

Fig. 11ª - Condilo occipitale unico di un Frosone o Becco grosso (Loxia Coccothraustes L.).
a, il detto condilo — *b*, tubercolo non articolare dell'occipitale laterale.

Fig. 12ª - Condilo occipitale unico tripartito di un Airone (Ardea major).
a, tubercolo medio od impari — *b*, tubercoli laterali.

Fig. 13ª - Condilo occipitale unico di una Faraona (Numida Meleagris).
a, tubercolo inferiore o medio diviso imperfettamente in due dal solchettino *d* — *b*, tubercoli laterali divisi dal solchettino *c*.

Fig. 14ª - Terzo condilo occipitale nell' uomo.

CONTRIBUTO ALLA GENERALIZZAZIONE

DELLE

FRAZIONI CONTINUE

MEMORIA

DEL

PROF. SALVATORE PINCHERLE

(Letta nella Sessione Ordinaria delli 18 Febbraio 1894).

INTRODUZIONE

Il Jacobi, che per primo si é occupato della estensione dell' algoritmo delle frazioni continue (*), si è proposto come scopo di questa estensione sia di determinare, dati tre numeri u_0, v_0, w_0, una serie di numeri legati da una relazione ricorrente di terz' ordine, i quali servissero a stabilire fra i tre numeri dati una relazione lineare omogenea approssimata, sia di esprimere i rapporti $v_0 : u_0$, $w_0 : u_0$ per mezzo di frazioni approssimate aventi lo stesso denominatore. Disgraziatamente il lavoro del Jacobi, postumo e dato alla luce dallo Heine, non si può dire compiuto, e lo stesso Heine lamenta (**) che nel manoscritto da lui pubblicato, nulla si trovi che valga a guidare nella determinazione dell' approssimazione raggiunta arrestando ad un dato punto il procedimento indicato dall' Autore.

Le ricerche di Jacobi, abbandonate o quasi nel campo aritmetico, vennero invece riprese nel campo algebrico in cui si sono mostrate assai feconde. In generale, le questioni da cui si parte in simili ricerche sono del seguente tipo:

Date p serie di potenze (per es. intere negative) della variabile x, S_1, $S_2, \dots S_p$, si domanda di determinare p sistemi di polinomî interi in x, di grado assegnato dipendentemente dall' indice n, $A_{1.n}$, $A_{2n}, \dots A_{p.n}$ i

(*) *Allgemeine Theorie der Kettenbruchähnlichen Algorithmen u. s. w.* Crelle, T. LXIX, pag. 29, 1868.
(**) Loc. cit., p. 39.

quali siano tali che nella espressione

$$A_{1.n}S_1 + A_{2.n}S_2 + \cdots + A_{p.n}S_p$$

i termini contenenti potenze negative di x abbiano a fattor comune x^{-v}, v essendo l'intero più grande possibile compatibilmente col grado dei polinomî $A_{1.n}, \ldots. A_{p.n}$. Tale è il punto di vista sotto cui mi sono posto in due precedenti lavori (*); tale è sopratutto quello assunto nella recente Memoria, così ricca di risultati, del ch.^{mo} Hermite (**). Dalle condizioni cui sono così assoggettati i polinomî $A_{1.n}, \ldots A_{p.n}$ discende, come proprietà più notevole, che essi sono soluzioni (o con vocabolo speciale, *integrali*) di una stessa equazione ricorrente dell'ordine $p+1$, analoga a quella di secondo ordine cui soddisfano i numeratori e denominatori delle ridotte di una frazione continua.

Ma come accade per le frazioni continue, anche per questa loro generalizzazione due sono i punti di vista sotto i quali si può considerarne la teoria. Nel primo, come è stato fatto nei citati lavori dal Jacobi per i numeri, dall'Hermite e da me per le funzioni, si può prendere le mosse da numeri (o funzioni) dati e da questi dedurre successioni di numeri (o funzioni) che conducono alle relazioni approssimate opportune. Nel secondo invece si può assumere come punto di partenza l'equazione ricorrente, e vedere sotto quali condizioni essa definisce dei numeri (o risp. delle funzioni) cui quelle relazioni approssimate siano applicabili, nel modo stesso che avendosi una frazione continua, si può cercare sotto quali condizioni essa è, o no, convergente. In altre parole, data una equazione ricorrente dell'ordine p di cui $A_{1.n}, A_{2.n} \ldots. A_{p.n}$ è un sistema fondamentale d'integrali, si può proporsi la ricerca di numeri $\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_p$ tali che il nuovo integrale

$$\lambda_1 A_{1.n} + \lambda_2 A_{2.n} + \cdots \lambda_p A_{p.n}$$

tenda per $n=\infty$, il più rapidamente possibile a zero: l'esistenza di questi numeri $\lambda_1 \ldots \lambda_p$ essendo, per l'equazione considerata, ciò che è la *convergenza* nel caso della frazione continua. L'integrale corrispondente prenderà il nome di *integrale distinto*.

(*) *Saggio di una generalizzazione delle frazioni continue algebriche.* Mem. dell'Accad. di Bologna, S. IV, T. X, p. 513, 1890. *Sulla generalizzazione delle frazioni continue algebriche.* Annali di Matem., S. II, T. XIX, pag. 75, 1891.

(**) *Sur la généralisation des fractions continues algébriques.* Ann. di Mat., S. II, T. XXI. pag. 289. (1893).

La presente Memoria ha appunto per oggetto di studiare, sotto al secondo punto di vista indicato (*), l'equazione ricorrente del terz' ordine, prima per equazioni a coefficienti numerici, ossia dipendenti dal solo indice, poi per equazioni ricorrenti algebriche, cioè i cui coefficienti contengono razionalmente un parametro x. Nella prima parte, dopo riassunte alcune formole già date in precedenti lavori e di cui dovremo poi fare uso, daremo la definizione e la condizione di esistenza dell' integrale distinto ed il metodo per giungere alla sua determinazione, accennando anche all'estensione della teoria ad equazioni di ordine superiore al terzo; nella seconda, supporremo che i coefficienti dell' equazione contengano linearmente un parametro x e considerando un sistema di integrali A_n, B_n, C_n, di ovvia determinazione, razionali interi in x, ci proporremo di cercare se esistono serie di potenze negative di x, S ed S_1, per le quali l' integrale

$$A_n + SB_n + S_1C_n$$

risulti della forma

$$c_0x^{-\nu} + c_1x^{-\nu-1} + c_2x^{-\nu-2} + \cdots\cdots,$$

essendo ν il più grande possibile compatibilmente col grado di A_n, B_n, C_n; e troveremo, non solo che un tale sviluppo esiste formalmente, ma che per valori di x sufficientemente grandi in modulo, esso coincide coll' integrale distinto dell' equazione ricorrente, quale si è definito nella prima parte. Si ottiene così, sotto un nuovo aspetto, la generalizzazione della teoria delle frazioni continue algebriche e più specialmente della parte più difficile di essa: di quella parte che si occupa delle condizioni della loro convergenza.

(*) Le frazioni continue algebriche sono considerate sotto a questo punto di vista nel mio lavoro: *Sur les fractions continues algébriques,* Ann. de l'École Normale, S. III, T. VI.

I.

1. Riassunto di formule. — a) Abbiasi l' equazione ricorrente lineare

$$F_{n+3} = a_n F_{n+2} + b_n F_{n+1} + F_n, \qquad (n = 0, 1, 2, \dots). \tag{1}$$

Gli integrali A_n, B_n, C_n di questa equazione, definiti dalle condizioni iniziali

$$\left\{ \begin{array}{lll} A_0 = 1, & A_1 = 0, & A_2 = 0, \\ B_0 = 0, & B_1 = 1, & B_2 = 0, \\ C_0 = 0, & C_1 = 0, & C_2 = 1 \end{array} \right. \tag{2}$$

formano un sistema fondamentale, ed ogni altro integrale F_n della (1) é espresso mediante i suoi valori iniziali da

$$F_n = F_0 A_n + F_1 B_n + F_2 C_n. \tag{3}$$

b) È noto che il determinante

$$\delta = \begin{vmatrix} A_{n-1} & B_{n-1} & C_{n-1} \\ A_n & B_n & C_n \\ A_{n+1} & B_{n+1} & C_{n+1} \end{vmatrix}$$

é identicamente uguale all' unitá (*). Indicandone ordinatamente con

$$\begin{array}{lll} P_{n+1} & Q_{n+1} & R_{n+1}, \\ P'_{n+1} & Q'_{n+1} & R'_{n+1}, \\ P''_{n+1} & Q''_{n+1} & R''_{n+1}, \end{array}$$

gli elementi reciproci, si scorge subito che

$$P''_{n+1} = P_n, \quad Q''_{n+1} = Q_n, \quad R''_{n+1} = R_n;$$

(*) Jacobi, Crelle, T. LXIX.

di più, è facile verificare che

(4) $$P_{n+2} = P'_{n+1} - b_{n-1}P_{n+1}, \quad Q_{n+2} = Q'_{n+1} - b_{n-1}Q_{n+1},$$
$$R_{n+2} = R'_{n+1} - b_{n-1}R_{n+1}. \text{ (*)}$$

c) Le P_n, Q_n, R_n sono integrali dell' equazione ricorrente

(5) $$F_{n+3} + b_n F_{n+2} + a_{n-1}F_{n+1} - F_n = 0,$$

inversa della (1) (**); e poichè i valori iniziali di questi integrali sono

$$P_0 = 0, \quad P_1 = 0, \quad P_2 = 1,$$
$$Q_0 = 1, \quad Q_1 = 0, \quad Q_2 = 0,$$
$$R_0 = 0, \quad R_1 = 1, \quad R_2 = 0,$$

le P_n, Q_n, R_n costituiscono un sistema fondamentale d' integrali della (5), di cui ogni altro integrale F'_n si scriverà, mediante la conoscenza dei suoi valori iniziali, sotto la forma

(6) $$F'_n = F'_2 P_n + F'_0 Q_n + F'_1 R_n.$$

d) Dalla definizione di Q_n, R_n, risulta

$$\frac{Q_n}{A_n A_{n-1}} = \frac{C_{n-1}}{A_{n-1}} - \frac{C_n}{A_n}, \quad \frac{R_n}{A_n A_{n-1}} = \frac{B_n}{A_n} - \frac{B_{n-1}}{A_{n-1}},$$

onde

(7) $$\frac{C_{n+r}}{A_{n+r}} - \frac{C_n}{A_n} = -\sum_{\nu=1}^{r} \frac{Q_{n+\nu}}{A_{n+\nu} A_{n+\nu+1}}, \quad \frac{B_{n+r}}{A_{n+r}} - \frac{B_n}{A_n} = \sum_{\nu=1}^{r} \frac{R_{n+\nu}}{A_{n+\nu} A_{n+\nu+1}}.$$

e) Dall' essere il determinante $\delta = 1$, risulta senza difficoltà che le A_n, B_n, C_n sono espresse in funzione di P_n, Q_n, R_n da

$$A_n = Q_n R_{n+1} - R_n Q_{n+1}, \quad B_n = R_n P_{n+1} - P_n R_{n+1}, \quad C_n = P_n Q_{n+1} - Q_n P_{n+1}:$$

dalle quali risulta

$$\frac{B_n}{P_n P_{n+1}} = \frac{R_n}{P_n} - \frac{R_{n+1}}{P_{n+1}}, \quad \frac{C_n}{P_n P_{n+1}} = \frac{Q_{n+1}}{P_{n+1}} - \frac{Q_n}{P_n},$$

(*) Ibid.

(**) *Annali di Matem.*, loc. cit. § 8.

onde

$$(7') \quad \frac{R_{n+r}}{P_{n+r}} - \frac{R_n}{P_n} = -\sum_{\nu=0}^{r-1} \frac{B_{n+\nu}}{P_{n+\nu} P_{n+\nu+1}}, \quad \frac{Q_{n+r}}{P_{n+r}} - \frac{Q_n}{P_n} = \sum_{\nu=0}^{r-1} \frac{C_{n+\nu}}{P_{n+\nu} P_{n+\nu+1}}.$$

f) Infine, essendo dal determinante δ

$$A_{n-1}P_{n+1} + A_n P'_{n+1} + A_{n+1}P_n = 1\,,$$
$$B_{n-1}P_{n+1} + B_n P'_{n+1} + B_{n+1}P_n = 0\,,$$
$$C_{n-1}P_{n+1} + C_n P'_{n+1} + C_{n+1}P_n = 0\,,$$

si ha, moltiplicando per tre costanti arbitrarie (*), sommando ed indicando con F_n un integrale arbitrario della (1):

$$F_{n-1}P_{n+1} + F_n P'_{n+1} + F_{n+1}P_n = cost\,,$$

onde risulta che avendosi l'integrale P_n della (5), dal quale si deduce P'_n, l'integrazione dell'equazione (1) è ricondotta a quelle di un'equazione ricorrente di second'ordine, a secondo membro costante.

2. Derivata nelle successioni. — Prima di applicare le formole ora riassunte e di ricavarne una estensione per la teoria delle frazioni continue convergenti, ci conviene di definire la *derivata* di due successioni aventi limite. Siano le successioni di numeri qualsiasi h_n, k_n, $(n = 0, 1, 2, \ldots \infty)$ che ammettono rispettivamente i limiti α e β per $n = \infty$. Il rapporto $\frac{h_n - \alpha}{k_n - \beta}$ può o no, ammettere un limite per $n = \infty$; nel caso che lo ammetta, questo limite si potrà molto naturalmente chiamare *derivata* della successione h_n rispetto alla successione k_n. Sia λ questo limite. È chiaro che se h ammette la derivata λ rispetto a k_n, viceversa k_n ammette la derivata $\frac{1}{\lambda}$ rispetto alla successione h_n; è pure chiaro che per le derivate delle successioni valgono i teoremi della somma, del prodotto, del quoziente nella stessa forma che per le derivate di funzioni, come pure vale una proposizione perfettamente analoga a quella della derivazione di funzione di funzione.

Con una lieve differenza colla definizione delle derivate successive di una funzione, differenza di cui il lettore scoprirà facilmente la ragione, si possono definire le derivate d'ordine superiore di una successione rispetto ad un'altra. Avendosi le successioni h_n, k_n, ed essendo λ' la derivata di h_n

(*) È superfluo di ricordare che con *costante* s'intende, nella presente teoria, sia un numero indipendente da n, sia ogni funzione periodica e ad un valore di n, col periodo uguale all'unità.

rispetto a k_n, si potrà dire *derivata di second' ordine* di h_n rispetto a k_n il limite, se esiste, di

$$\frac{\dfrac{h_n-\alpha}{k_n-\beta}-\lambda'}{k_n-\beta};$$

così, ammessa l'esistenza delle derivate di primo e di second'ordine λ' e λ'', il limite, se esiste, di

$$\frac{\dfrac{\dfrac{h_n-\alpha}{k_n-\beta}-\lambda'}{k_n-\beta}-\lambda''}{k_n-\beta}$$

sarà la *derivata di terz' ordine*, e così via. Dette $\lambda', \lambda'', \ldots \lambda^{(r)}$ le derivate degli r primi ordini, si ha

$$(8)\qquad \lambda^{(r)}=\lim_{n=\infty}\frac{h_n-\alpha-\lambda'(k_n-\beta)-\lambda''(k_n-\beta)^2-\cdots-\lambda^{(r-1)}(k_n-\beta)^{r-1}}{(k_n-\beta)^r},$$

di cui è manifesta l'analogia collo sviluppo del Taylor.

Avendosi le successioni h_n, k_n, l_n coi limiti rispettivi α, β, γ, si può ancora considerare il limite di

$$\frac{\dfrac{h_n-\alpha}{k_n-\beta}-\lambda'}{l_n-\gamma},$$

dove λ' è derivata di h_n rispetto a k_n. Questo limite, se esiste, si potrà dire la derivata seconda di h_n successivamente rispetto a k_n e ad l_n.

3. Convergenza dell' equazione ricorrente. — Dirò che l' equazione ricorrente (1) definisce un algoritmo convergente, o per brevità di linguaggio, che essa è *convergente*, quando sono soddisfatte le due condizioni seguenti:

« Esistenza di un sistema fondamentale F_n, F'_n, F''_n di integrali tali « che $F'_n : F_n$, $F''_n : F_n$ ammettano, per $n=\infty$, limiti finiti e diversi da zero;

« Esistenza di un integrale (*), che si dirà *integrale distinto*, tale che « il suo rapporto ad ogni altro integrale dell' equazione tenda a zero « per $n=\infty$. »

Si noti che se la prima condizione è soddisfatta da un sistema fonda-

(*) Non si riguardano come diversi due integrali il cui rapporto sia indipendente da n.

mentale, essa è soddisfatta in generale (cioè a meno di una relazione fra le costanti) da ogni altro sistema. Ciò posto, si ha sulla convergenza della equazione (1) il seguente teorema assai semplice:

« Verificata la prima condizione di convergenza, è necessario e suffi- « ciente perchè sia soddisfatta anche la seconda, che il rapporto $F'_n : F_n$ « *ammetta derivata* finita e diversa da zero rispetto ad $F''_n : F_n$. »

La condizione è sufficiente. — Rappresentiamo con h_n, k_n i rapporti $F'_n : F_n$, $F''_n : F_n$ e con α, β i rispettivi limiti per $n = \infty$. La h_n avendo derivata rispetto alla k_n si potrà porre per il § precedente:

$$k_n = \beta + \varepsilon'_n, \qquad h_n = \alpha + (\lambda + \varepsilon_n)(k_n - \beta)$$

dove λ è la derivata in discorso, ed ε_n, ε'_n sono successioni tendenti a zero per $n = \infty$.

Siano ora $aF_n + a'F'_n + a''F''_n$, $bF_n + b'F'_n + b''F''_n$ due integrali qualunque della (1) e ρ_n il loro rapporto: potremo scrivere

$$\rho_n = \frac{a + a'\alpha + a''\beta + (a'(\lambda + \varepsilon_n) + a'')\varepsilon'_n}{b + b'\alpha + b''\beta + (b'(\lambda + \varepsilon_n) + b'')\varepsilon'_n}.$$

Distingueremo ora due casi. O l'integrale $bF_n + b'F''_n + b''F''_n$ è tale che le costanti b, b', b'' non siano soluzioni dell'equazione

$$(9) \qquad x + \alpha y + \beta z = 0,$$

allora si prendano a, a', a'' soluzioni di questa equazione e sarà $\lim\limits_{n=\infty} \rho_n = 0$. O invece le b, b', b'' soddisfano alla (9), ed allora si prenda il numeratore in modo che a, a', a'' soddisfino oltre che alla (9), anche a:

$$(9') \qquad a'\lambda + a'' = 0,$$

e si avrà ancora $\lim\limits_{n=\infty} \rho_n = 0$.

Da ciò emerge che fra gli ∞^2 integrali della (1) va distinta una varietà ∞^1 formata da quelli le cui costanti soddisfano all'equazione (9), e per ognuno di essi il limite del rapporto con ogni integrale non appartenente alla detta varietà ∞^1 è nullo. Fra gli integrali di questa varietà ve n'è poi uno, le cui costanti sono determinate dalle equazioni (9) e (9') e per il quale è nullo il limite del rapporto ad ogni integrale della varietà stessa, e *a fortiori* ad ogni altro integrale dell'equazione (1); questo è l'integrale di-

stinto, che sarà pertanto espresso da

$$f_n = (\lambda\beta - \alpha)F_n + F'_n - \lambda F''_n . \tag{10}$$

La condizione è necessaria. — Sia infatti convergente l'equazione (1) e si indichi con f_n il suo integrale distinto, con α, β i limiti di $F'_n : F_n$, $F''_n : F_n$. L'integrale distinto dovrà necessariamente appartenere alla varietà lineare definita da $F'_n - \alpha F_n$, $F''_n - \beta F_n$, e sarà pertanto della forma

$$f_n = F'_n - \alpha F_n + c(F''_n - \alpha F_n).$$

Se ora non è appunto $f_n = F''_n - \alpha F_n$, caso che si può sempre togliere con una conveniente trasformazione del sistema fondamentale, sarà per definizione

$$\lim_{n=\infty} \frac{f_n}{F''_n - \alpha F_n} = \lim_{n=\infty} \left(\frac{F'_n - \alpha F_n}{F''_n - \alpha F_n} + c \right) = 0,$$

onde segue che $-c$ è la derivata di $F'_n : F_n$ rispetto ad $F''_n : F_n$.

Come si è già avvertito, al sistema fondamentale F_n, F'_n, F''_n si può sostituire un altro sistema fondamentale arbitrario. Ma qualunque sia il sistema fondamentale da cui si parte, si giungerà sempre al medesimo integrale distinto, *il quale perciò è un* INVARIANTE dell'equazione, come consegue dalla stessa sua definizione e come si verificherebbe senza difficoltà mediante un calcolo diretto.

4. Metodo per la ricerca dell' integrale distinto. — Data l'equazione ricorrente (1), il seguente metodo può servire a ricercare se essa sia convergente, e a determinarne l' integrale distinto.

Nell' ipotesi che l' equazione sia convergente, dei tre integrali A_n, B_n, C_n uno almeno avrà, cogli altri due, rapporti non tendenti a zero per $n = \infty$; sia per es. A_n; allora i rapporti $B_n : A_n$ e $C_n : A_n$ ammetteranno limiti finiti α e β. Ora dalle formole (7) risulta che la condizione per l'esistenza di limiti finiti per $B_n : A_n$, $C_n : A_n$ coincide precisamente colla condizione di convergenza delle serie

$$\frac{C_3}{A_3} - \sum_{\nu=3}^{\infty} \frac{Q_{\nu+1}}{A_\nu A_{\nu+1}}, \quad \frac{B_3}{A_3} + \sum_{\nu=3}^{\infty} \frac{R_{\nu+1}}{A_\nu A_{\nu+1}}. \tag{11}$$

Nel caso che fosse $\lim \dfrac{C_n}{A_n} = \infty$ per es., si considererebbero le serie

$$\frac{A_3}{B_3} - \sum_{\nu=3}^{\infty} \frac{R_{\nu+1}}{B_\nu B_{\nu+1}}, \quad \frac{C_3}{B_3} - \sum_{\nu=3}^{\infty} \frac{P_{\nu+1}}{B_\nu B_{\nu+1}} \tag{11'}$$

o

$$(11'') \qquad \frac{B_3}{C_3} - \sum_{\nu=3}^{\infty} \frac{P_{\nu+1}}{C_\nu C_{\nu+1}}, \quad \frac{A_3}{C_3} + \sum_{\nu=3}^{\infty} \frac{Q_{\nu+1}}{C_\nu C_{\nu+1}};$$

onde:

« Condizione necessaria per la convergenza dell'equazione (1) é che « siano convergenti le serie di almeno una delle coppie (11), (11'), (11''). »

Supposta soddisfatta questa condizione, consideriamo gli integrali $E_n = B_n - \alpha A_n$, $E'_n = C_n - \beta A_n$; la varietà lineare ∞^1 data da $cE_n + c'E'_n$ é formata, come si é visto, dell'insieme degli integrali il cui rapporto ad ogni altro, non appartenente alla varietà stessa, tende a zero per $n = \infty$. L'equazione di secondo ordine

$$(12) \qquad \begin{vmatrix} F_n & F_{n+1} & F_{n+2} \\ E_n & E_{n+1} & E_{n+2} \\ E'_n & E'_{n+1} & E'_{n+2} \end{vmatrix} = 0$$

avrà per integrale la varietà in discorso. Ma questa equazione del secondo ordine dà luogo ad una frazione continua, la quale, se é convergente ed ha per valore σ, ammetterà le ridotte della forma

$$\frac{aE_n + a'E'_n}{bE_n + b'E'_n}$$

tali che

$$\sigma - \frac{aE_n + a'E'_n}{bE_n + b'E'_n} = \frac{f_n}{bE_n + b'E'_n},$$

dove il secondo membro é il così detto *resto* della frazione continua, ed ha pertanto la proprietà che:

$$\lim_{n=\infty} \frac{f_n}{bE_n + b'E'_n} = 0 .$$

La F_n é un integrale dell'equazione (12) e perciò della (1), il quale gode della proprietà che il suo rapporto ad ogni altro integrale della varietà $cE_n + c'E_n$ ha per limite zero: perciò esso é l'integrale distinto dell'equazione (1). L'esistenza dell'integrale distinto coincide adunque colla convergenza della frazione continua definita dell'equazione ricorrente (12).

5. Caso in cui si dà una più facile determinazione dell'integrale distinto. — Nel presente § prenderemo in esame un caso che, come vedremo, è frequente a presentarsi nelle applicazioni. In questo caso partiremo dalle ipotesi che abbiano limite per $n = \infty$ le successioni $Q_n : P_n$, $R_n : P_n$ formate cogli integrali dell'equazione inversa (5), e che abbiano altresì limite le successioni $\frac{P_{n+1}}{P_n}$, $\frac{A_{n+1}}{A_n}$. Porremo dunque

$$\lim_{n=\infty} \frac{A_{n+1}}{A_n} = \rho, \quad \lim_{n=\infty} \frac{P_{n+1}}{P_n} = \rho'; \quad \lim_{n=\infty} \frac{Q_n}{P_n} = \alpha', \quad \lim_{n=\infty} \frac{R_n}{P_n} = \beta'.$$

onde dall'ipotesi fatta risulterà pure $\lim_{n=\infty} \frac{Q_{n+1}}{Q_n} = \lim_{n=\infty} \frac{R_{n+1}}{R_n} = \rho'$. Infine supporremo $|\rho'| < |\rho^2|$.

Sotto queste ipotesi, si ha che il rapporto fra un termine ed il precedente nella serie (11) tende ad un limite minore dell'unità, talchè queste serie sono convergenti assolutamente ed i rapporti $\frac{B_n}{A_n}$, $\frac{C_n}{A_n}$ hanno ciascuno un limite finito; questi limiti si possono supporre diversi da zero, bastando a togliere questa eccezione una trasformazione del sistema fondamentale. Siano α, β questi limiti. Ne risulta

$$\lim_{n=\infty} \frac{B_{n+1}}{B_n} = \lim_{n=\infty} \frac{C_{n+1}}{C_n} = \rho.$$

Pongasi ora per brevità:

$$\frac{Q_{\nu+1}}{A_\nu A_{\nu+1}} = g_\nu, \quad \frac{R_{\nu+1}}{A_\nu A_{\nu+1}} = g'_\nu,$$

e si indichi con l il limite comune dei rapporti $\frac{g_{\nu+1}}{g_\nu}$, $\frac{g'_{\nu+1}}{g'_\nu}$; si ha $l = \frac{\rho'}{\rho^2}$, onde $|l| < 1$. Indicando con ε un numero positivo tale che sia ancora $|l| + \varepsilon < 1$, si potrà trovare un n tale che per $v \geq n$ sia

$$\left| \frac{g_{\nu+1}}{g_\nu} - l \right| < \varepsilon;$$

talchè sarà lecito di scrivere

$$\frac{g_{\nu+1}}{g_\nu} = l + \varepsilon_\nu, \quad |\varepsilon_\nu| < \varepsilon, \quad (v = n, n+1, n+2, \ldots).$$

Avremo in seguito a ciò:

$$g_n + g_{n+1} + g_{n+2} + \cdots = g_n(1 + l + \varepsilon_n + (l + \varepsilon_n)(l + \varepsilon_{n+1}) + \cdots);$$

ma lo sviluppo tra parentesi è convergente anche se i binomî $l + \varepsilon_\nu$ si sostituiscono con $|l| + \varepsilon$; perciò si potranno svolgere i prodotti ed ordinare i risultati come più aggrada, donde

$$g_n + g_{n+1} + g_{n+2} + \cdots = g_n\left(\frac{1}{1-l} + S_n\right)$$

con

$$|S_n| < \frac{1}{1 - \varepsilon - |l|} - \frac{1}{1 - |l|},$$

ossia

$$|S_n| < \frac{1}{(1-l)(1 - |l| - \varepsilon)}.$$

Analogamente si ha:

$$g'_n + g'_{n+1} + g'_{n+2} + \cdots = g'_n\left(\frac{1}{1-l} + S'_n\right)$$

dove S'_n, come S_n, tende a zero per $n = \infty$.

Ciò posto, si ha dalle formole (7) e (11) che

$$\frac{C_n}{A_n} - \beta = \sum_{\nu=n}^{\infty} \frac{Q_{\nu+1}}{A_\nu A_{\nu+1}} = g_n + g_{n+1} + \cdots\cdots,$$

$$\frac{B_n}{A_n} - \alpha = \sum_{\nu=n}^{\infty} \frac{R_{\nu+1}}{A_\nu A_{\nu+1}} = g'_n + g'_{n+1} + \cdots\cdots,$$

onde

$$\frac{B_n - \alpha A_n}{C_n - \beta A_n} = -\frac{g'_n\left(\frac{1}{1-l} + S'_n\right)}{g_n\left(\frac{1}{1-l} + S_n\right)} = -\frac{R_{\nu+1}(1 + S'_n(1-l))}{Q_{\nu+1}(1 + S_n(1-l))}$$

e passando al limite per $n = \infty$:

$$\lim_{n=\infty} \frac{B_n - \alpha A_n}{C_n - \beta A_n} = - \lim_{n=\infty} \frac{R_{\nu+1}}{Q_{\nu+1}} = - \frac{\beta'}{\alpha'} .$$

Da ció risulta che sotto le ipotesi fatte in principio dal presente paragrafo, l'equazione (1) é convergente, mentre la derivata della successione $\frac{B_n}{A_n} - \alpha$ rispetto a $\frac{C_n}{A_n} - \beta$ é $-\frac{\beta'}{\alpha'}$, talché, ricordando la (10), l'integrale distinto sará

$$f_n = (\beta\beta' + \alpha\alpha')A_n - \alpha' B_n - \beta' C_n ;$$

ma il determinante (δ), § 1, ci dá

$$A_n P_n + B_n Q_n + C_n R_n = 0 , \tag{13}$$

onde dividendo per $A_n P_n$ e passando al limite,

$$1 + \alpha\alpha' + \beta\beta' = 0 ;$$

perció l'integrale f_n si scrive

$$f_n = A_n + \alpha' B_n + \beta' C_n . \tag{14}$$

Sotto le stesse ipotesi, si trova senza difficoltá che l'equazione inversa (5) é convergente e che

$$P_n + \alpha Q_n + \beta R_n$$

é il suo integrale distinto.

6. Applicazione del caso precedente. — È noto il teorema dato dal Poincaré (*) sulle equazioni della forma

$$F_{n+r} + a_1(n) F_{n+r-1} + \cdots + a_r(n) F_n = 0 ,$$

dal quale segue che se $\lim_{n=\infty} a_1(n) = p_1, \ldots \lim_{n=\infty} a_r(n) = p_r$, il rapporto $F_{n+1} : F_n$ tende, per $n = \infty$, ad una delle radici dell'equazione

$$x^r + p_1 x^{r-1} + \cdots + p_r = 0 ,$$

(*) American Journal of Mathematics, T. VII, 1883.

detta *caratteristica* per l'equazione ricorrente, ed in generale a quella di modulo massimo. Per l'applicabilità di questo teorema è però necessario che si sappia che il rapporto $F_{n+1}:F_n$ non è suscettibile di oscillare indefinitamente fra 0 ed ∞ in valore assoluto.

Se ora nelle equazioni (1) e (5) si suppone che a_n, b_n tendono per $n = \infty$ ai limiti p, q, il teorema ora ricordato risultando applicabile a queste equazioni, ed ammettendo di più che l'equazione caratteristica

$$z^3 - pz^2 - qz - 1 = 0 \tag{15}$$

abbia le tre radici diverse in modulo, è facile vedere che ci si trova nelle condizioni del § precedente.

Indicando infatti con ρ_1, ρ_2, ρ_3 le radici della (15) in ordine di modulo decrescente, il limite di uno almeno dei rapporti $A_{n+1}:A_n$, $B_{n+1}:B_n$, $C_{n+1}:C_n$ (in generale di tutti e tre) sarà ρ_1: sia esso p. es. il limite di $A_{n+1}:A_n$; così, l'equazione caratteristica di (5) essendo la

$$z^3 + qz^2 + pz - 1 = 0, \tag{16}$$

reciproca di (15), uno almeno dei rapporti $P_{n+1}:P_n$, $Q_{n+1}:Q_n$, $R_{n+1}:R_n$ per esempio il primo, ammette il limite $\frac{1}{\rho_3}$. Ne viene che nelle serie (11), il limite del rapporto di un termine al precedente è in generale $\frac{1}{\rho_3\rho_1^2}$, potendo in casi speciali essere $\frac{1}{\rho_2\rho_1^2}$ od $\frac{1}{\rho_1^3}$. Ma si ha

$$\rho_1\rho_2\rho_3 = 1,$$

onde il limite $\frac{1}{\rho_3\rho_1^2}$ ed *a fortiori* gli altri sono minori dell'unità: da cui risulta la convergenza delle serie (11) e l'esistenza dei limiti α, β di $B_n:A_n$, $C_n:A_n$. Analogamente, considerando le serie della forma

$$\sum \frac{B_\nu}{P_\nu P_{\nu+1}}, \qquad \sum \frac{C_\nu}{P_\nu P_{\nu+1}}$$

(formule (7')) che danno l'espressione dei limiti di $\frac{Q_n}{P_n}$, $\frac{R_n}{P_n}$, si trova che il limite del rapporto di un termine al precedente è in generale $\rho_1\rho_3^2$, potendo

essere anche $\rho_2\rho_3^2$ e ρ_3^2: in ogni caso minori in modulo dell' unità. Onde esistono anche i limiti α', β' di $Q_n:P_n$, $R_n:P_n$. Sono dunque soddisfatte le ipotesi poste in principio del § precedente, e gl' integrali distinti delle equazioni (1) e (5) sono rispettivamente

$$A_n + \alpha' B_n + \beta' C, \qquad P_n + \alpha Q_n + \beta R_n,$$

7. Equazioni ricorrenti d'ordine superiore. — Il metodo indicato al § 4 ci permette di indicare la via da seguirsi onde riconoscere se una equazione ricorrente lineare dell'ordine r

$$F_{n+r} + a_{1.n}F_{n+r-1} + a_{2.n}F_{n+r-2} + \cdots + a_{r.n}F_n = 0 \tag{17}$$

abbia un integrale *distinto,* cioè tale che il suo rapporto ad ogni altro integrale dell' equazione stessa tenda a zero per $n=\infty$. Siano perciò r integrali della equazione,

$$A_{1.n}, A_{2.n}, \ldots A_{r.n}$$

formanti un sistema fondamentale e tali che

$$\lim_{n=\infty} \frac{A_{i.n}}{A_{1.n}} = \alpha_i, \qquad (i = 2, 3, \ldots r)$$

essendo le α_i numeri finiti. L' espressione

$$\sum_{i=2}^{r} c_i(A_{i.n} - \alpha_i A_{1.n}) \tag{18}$$

costituisce una varietà ∞^{r-2} ed ogni integrale di questa varietà ha, con ogni integrale non appartenente ad essa, un rapporto tendente a zero. Costruendo ora, p. es. in forma di determinante, l'equazione lineare ricorrente dell' ordine $r-1$ di cui la (18) è l'integrale generale, siamo ricondotti a cercare se questa ammette l'integrale distinto, che sarà pertanto l'integrale distinto della (17). Per vedere ciò, si ricondurrà in modo analogo la questione alla ricerca dell' integrale distinto di un' equazione dell' ordine $r-2$, e così di seguito, in guisa da giungere ad un' equazione del terzo ed infine del second' ordine.

II.

8. Come si è accennato nella introduzione, in questa parte si considererà l'equazione ricorrente di terz'ordine i cui coefficienti contengono linearmente una variabile complessa x. Si prenderà l'equazione ricorrente sotto la forma

$$F_{n+3} = a_n F_{n+2} + (b_n x + b'_n) F_{n+1} + F_n. \tag{1}$$

Data l'equazione (1), ho dimostrato in altro lavoro (*) che è sempre possibile di determinare *formalmente*, ed in modo unico, un suo integrale σ_n tale che le σ_n costituiscono una successione di serie di potenze negative di x, di grado (**) ordinatamente decrescente di un'unità. La determinazione delle σ_n si riduce alla ricerca dei coefficienti delle serie iniziali σ_1, σ_2 (facendosi $\sigma_0 = 1$), e questi coefficienti si possono determinare univocamente per mezzo di sistemi di equazioni lineari a determinanti non nulli. Ma la questione della convergenza di questi sviluppi, nonchè quella del legame fra esso e l'integrale distinto, non è stata ancora considerata: ora nelle righe che seguono si tratterà appunto di tali questioni, alle quali si giungerà a dare una risposta soddisfacente dimostrando il seguente teorema:

« I coefficienti a_n, b_n, b'_n tendano, per $n = \infty$, ai limiti finiti e determi-
« nati α, β, β' rispettivamente e β si supponga diverso da zero. In tale ipo-
« tesi, per valori della variabile complessa x di modulo sufficientemente
« grande, la equazione (1) è convergente. Di più, il suo integrale distinto è pre-
« cisamente quello (di cui è nota formalmente l'esistenza e l'unicità) che è
« rappresentato da un sistema di serie di potenze negative di x di grado
« ordinatamente decrescente di una unità. »

9. Consideriamo, come nel § 1, il sistema fondamentale d'integrali A_n, B_n, C_n della equazione (1) definito dalle condizioni iniziali

$$A_0 = 1, \quad B_0 = 0, \quad C_0 = 0,$$
$$A_1 = 0, \quad B_1 = 1, \quad C_1 = 0,$$
$$A_2 = 0, \quad B_2 = 0, \quad C_2 = 1.$$

Si scorge senza difficoltà che questi integrali costituiscono tre sistemi di po-

---

(*) *Saggio di una generalizzazione ecc.*, § 25. Ivi è considerato il caso di equazioni ricorrenti della forma (1), ma di ordine qualunque.

(**) Con Possé, *Sur quelques applications des fractions continues algébriques*, (S.t Pétersbourg, 1886) una serie di potenze decrescenti di x che incomincia col termine x^{μ} è detta *del grado* μ.

linomi razionali interi in x, e che

$$\left.\begin{array}{llll} \text{il grado di } A_n & \text{è} & \frac{n-4}{2} & \text{od } \frac{n-3}{2}, \\ \text{quello di } B_n & » & \frac{n-2}{2} & » \ \frac{n-1}{2}, \\ \text{quello di } C_n & » & \frac{n-2}{2} & » \ \frac{n-3}{2}, \end{array}\right\} \text{secondo che } n \text{ è pari o dispari.}$$

Accanto all'equazione (1) va pure considerata la sua inversa:

$$F_{n+3} + (b_n x + b'_n)F_{n+2} + a_{n-1}F_{n+1} - F_n = 0, \tag{2}$$

di cui un sistema d'integrali è dato (§ 1) dai determinanti dei secondo ordine P_n, Q_n, R_n, ottenuti ordinatamente dalla matrice

$$\left\| \begin{array}{ccc} A_{n-1}, & B_{n-1}, & C_{n-1} \\ A_n, & B_n, & C_n \end{array} \right\|;$$

dove

$$\begin{array}{lll} P_1 = 0, & Q_1 = 0, & R_1 = 1, \\ P_2 = 1, & Q_2 = 0, & R_2 = 0, \\ P_3 = -(b_0 x + b'_0), & Q_3 = 1, & R_3 = 0. \end{array}$$

In forza della (2), le P_n, Q_n, R_n sono rispettivamente dei gradi $n-2$, $n-3$, $n-4$ in x.

10. Ciò posto, troveremo anzitutto che, sotto le ipotesi fatte per i coefficienti a_n, b_n, b'_n della (1), questa equazione è convergente (nel senso definito al § 3) per valori della variabile x di modulo abbastanza grande. Mostreremo a questo effetto che sono soddisfatte le condizioni di convergenza del § 6, provando che

« per valori di x di modulo abbastanza grande, si può soddisfare alla « disuguaglianza

$$\frac{P_{n+1}}{P_n} > 1 + \eta, \tag{3}$$

« essendo η una quantità positiva. »

Indichiamo con a, b, b' i limiti superiori dei moduli di a_n, b_n, b'_n rispettivamente, con c il limite inferiore del modulo di b_n.

Dai valori iniziali di P_n risulta

$$P_2 = 1\,, \quad P_3 = -(b_0 x + b'_0)\,;$$

se dunque prendo $|x| > R$, essendo

$$R = \frac{b' + a + \omega}{c}\,, \tag{4}$$

dove ω è una quantità positiva presa a piacere ma superiore a 2, avrò

$$\left|\frac{P_3}{P_2}\right| \geq |b_0 x| - |b'_0| > a + \omega > 1 + \eta\,.$$

Analogamente la (3) si verificherebbe per $n = 3, 4, \ldots$ Supposta vera per un dato indice $n - 1$, si avrà per l'indice n, in forza dell'equazione (2);

$$\left|\frac{P_{n+1}}{P_n}\right| = \left|b_{n-2} x + b'_{n-2} - a_{n-3} \frac{P_{n-1}}{P_n} + \frac{P_{n-2}}{P_n}\right|\,;$$

ma è $\quad \left|\frac{P_{n-1}}{P_n}\right| < 1\,, \quad \left|\frac{P_{n-2}}{P_n}\right| < 1\,, \quad$ onde

$$\left|\frac{P_{n+1}}{P_n}\right| > |b_{n-2} x + b'_{n-2}| - |a_{n-3}| - 1\,.$$

Ma per essere $|x| > R$, si ha

$$|b_{n-2} x| > b' + a + \omega$$

onde

$$\left|\frac{P_{n+1}}{P_n}\right| > \omega - 1 > 1 + \eta\,, \quad \text{c. d. d.}$$

Se si può disporre delle prime costanti b_0, b_1, in modo che siano $\frac{Q_4}{Q_3}$, $\frac{R_5}{R_4}$ maggiori (in modulo) dell'unità, si dimostra nello stesso modo che per $|x| > R$ si ha anche $\left|\frac{Q_{n+1}}{Q_n}\right| > 1 + \eta$, $\left|\frac{R_{n+1}}{R_n}\right| > 1 + \eta$. Se invece quelle costanti sono date, basterà all'occorrenza ingrandire la quantità positiva R di una quantità finita ed in ogni caso si otterrà nel piano della variabile complessa x un cerchio fuori del quale le disuguaglianze precedenti sono soddisfatte.

Ricordiamo ora che per un citato teorema del Poincaré, il limite dei rapporti suddetti è una delle radici dell'equazione caratteristica della (2), cioè di

$$z^3 + (\beta x + \beta')z^2 + \alpha z - 1 = 0. \tag{5}$$

Inoltre, al crescere indefinito del modulo di x, due delle radici di questa equazione tendono a zero, mentre la terza cresce indefinitamente. Se indichiamo con $\rho_1(x)$, $\rho_2(x)$, $\rho_3(x)$ le radici dell'equazione

$$z^3 - \alpha z^2 - (\beta x + \beta')z - 1 = 0 \tag{6}$$

ordinate secondo i moduli decrescenti, la radice di (5) il cui modulo cresce indefinitamente con $|x|$ è $\frac{1}{\rho_3(x)}$, talchè segue dalla proprietà dimostrata $|P_{n+1}:P_n| > 1$, che

$$\lim_{n=\infty} \frac{P_{n+1}}{P_n} = \frac{1}{\rho_3(x)},$$

ed analogamente per Q_n ed R_n.

Veniamo così a trovarci nelle condizioni del § 6. Quindi, in seguito alle conclusioni di quel §, possiamo enunciare che:

« pei valori di x superiori in modulo ad un numero R opportuna-
« mente scelto, i rapporti $Q_n:P_n$, $R_n:P_n$ convergono, per $n=\infty$, a limiti
« determinati che indicheremo con $U(x)$, $V(x)$;

« di più, per tali valori di x, l'equazione (1) è convergente ed ammette
« l'integrale distinto nella forma

$$X_n = A_n + U(x)B_n + V(x)C_n. \text{ »} \tag{7}$$

11. Per raggiungere pienamente il nostro intento, ci rimane ancora da vedere anzitutto se le U, V, X_n sono funzioni analitiche di x regolari fuori del cerchio di centro $x=0$ e di raggio R (che si dirà *cerchio* R) e come tali sviluppabili in serie di potenze decrescenti di x; in secondo luogo, se le serie di potenze X_n sono di *grado* ordinatamente decrescente di un'unità e precisamente dell'ordine $-n$, coincidendo così coll'integrale speciale che si è ricordato al § 8. Ora ciò avviene effettivamente, qualora si sappia che il rapporto $P_{n+1}:P_n$ tende uniformemente al suo limite $\frac{1}{\rho_3(x)}$ per i valori di x di ugual modulo. Fatta questa ipotesi,

possiamo dimostrare le seguenti proposizioni:

I. « Pei valori di x esterni al cerchio R, le $P_n(x)$ non si annullano. »

Infatti, se fosse $P_{n+3}=0$, ne verrebbe per la (2)

$$\left|(b_n x + b'_n)\frac{P_{n+2}}{P_{n+1}}\right| = \left|a_{n-1} - \frac{P_n}{P_{n+1}}\right|;$$

ma il primo membro è maggiore di $(1+\eta)(a+\eta+2)$, mentre il secondo è minore di $a+1$, onde l'uguaglianza precedente è impossibile.

II. « La serie

$$\sum_{n=0}^{\infty}\frac{C_n(x)}{P_n P_{n+1}} \tag{8}$$

« converge in ugual grado lungo le circonferenze del piano x avente per « centro $x=0$ e raggio abbastanza grande. »

Dimostrazione. Intanto, per il teorema precedente, i termini della serie (8) rimangono finiti pei valori di x presi lungo una circonferenza di centro 0 e di raggio ξ superiore ad R. Ora, alla serie (8) sostituiamo la

$$\sum_{n=0}^{\infty}\frac{C'_n(\xi)}{|P_n P_{n+1}|}, \tag{8'}$$

dove le C'_ν sono definite da

$$C'_{n+3} = aC'_{n+2} + (bx+b')C'_{n+1} + C'_n \tag{9}$$

colle condizioni iniziali $C'_0=0$, $C'_1=0$, $C'_2=1$; dal confronto della (9) colla (2) si ha manifestamente, per $|x|=\xi$,

$$|C_n(x)| \leq C'_n(\xi),$$

onde dalla convergenza in ugual grado della (8') risulterà *a fortiori* quella della (8).

Si faccia ora

$$S(x, z) = \sum_{n=0}^{\infty} C'_{n+2}(x) z^n; \tag{10}$$

ne risulta in forza della (9), e tenuto conto dei valori iniziali delle C'_n:

$$S(x, z) = \frac{1}{1 - az - (bx+b')z^2 - z^3}; \tag{11}$$

lo sviluppo (10) sarà valido, dato x, per tutti i valori di z il cui modulo è minore del modulo della minore radice dell' equazione

$$z^3+(bx+b')z^2+az-1=0\,; \tag{12}$$

sia $r(x)$ questa radice di modulo minimo.

Lungo la circonferenza di centro $x=0$ e di raggio ξ la $|r(x)|$, come funzione continua di x, avrà un minimo $r(x_0)$, e se $\overline{S}$ è il massimo valore assoluto di $S(x, z)$ per $|x|=\xi$ e z interno al cerchio $\eta r(x_0)$, dove η è un numero positivo arbitrario minore dell'unità, si avrà per un noto teorema sulle serie di potenze:

$$C'_{n+2}(\xi)<\frac{\overline{S}}{\eta^n\, r^n(x_0)}\quad . \tag{13}$$

Ma dalla teoria delle equazioni algebriche si avverte facilmente che $r(x)$ è sviluppabile in serie della forma

$$r(x)=\frac{1}{\sqrt{x}}\left(c_0+\frac{c_1}{x}+\frac{c_2}{x^1}+\cdots\cdot\right) \tag{14}$$

per tutti i valori di $|x|$ superiori ad un numero positivo **a** il quale dipende esclusivamente dall' equazione (12), cioè dalle costanti a, b, b'; di più, per valori di $|x|$ finiti ma superiori ad un numero positivo **a**$'$, la serie tra parentesi nella espressione (14) non si annulla più ed ha quindi un limite inferiore per i suoi valori assoluti; sia questo K. Per tali valori di x che sia

$$\xi=|x|>\mathbf{a}'>\mathbf{a}$$

si ha dunque

$$|r(x)|\geq\frac{K}{\sqrt{\xi}}\,,$$

onde infine, per la (13):

$$C'_{n+2}(\xi)<\frac{\overline{S}\sqrt{\xi^n}}{K^n\eta^n}\,. \tag{15}$$

Veniamo ora a considerare i denominatori dei termini della serie (8$'$). Ricordiamo che il limite di $P_{n+1}:P_n$ è, per $n=\infty$, la radice di modulo

massimo dell' equazione (5), la quale è sviluppabile in una serie della forma

$$\lambda(x) = g_0 x + g_1 + \frac{g_2}{x} + \frac{g_3}{x^2} + \cdots\cdots,$$

convergente per ogni $|x| > \mathfrak{b}$, essendo $\mathfrak{b}$ una quantità dipendente esclusivamente dai coefficienti dell' equazione. Per

$$|x| > \mathfrak{b}' > \mathfrak{b},$$

la serie $g_1 + \frac{g_2}{x} + \frac{g_3}{x^2} + \cdots\cdots$ avrà un limite superiore K' dei suoi valori assoluti, e $\mathfrak{b}'$ si potrà prendere abbastanza grande perchè sia

$$|g_0| \mathfrak{b}' > K' + \sigma,$$

essendo σ una quantità positiva non nulla. Onde per $|x| > \mathfrak{b}'$ si ha

$$|\lambda(x)| > |g_0 x| - K'. \tag{16}$$

Infine, sia ancora η' una quantità positiva minore dell' unità: si può sempre prendere $\mathfrak{c}$ tanto grande che per $\xi = |x| > \mathfrak{c}$ sia

$$\sqrt{\xi} < K\eta\eta'(|g_0|\xi - K' - \sigma)^2. \tag{17}$$

Posto tutto ciò, si prenda ξ superiore ad R e alla più grande delle quantità $\mathfrak{a}', \mathfrak{b}', \mathfrak{c}$. Poichè si è ammesso che il rapporto $P_{n+1} : P_n$ converge uniformemente al suo limite $\lambda(x)$ lungo le circonferenze concentriche ed esterne ad R, possiamo trovare un indice m tale che per $n \geq m$ ed $|x| = \xi$ sia:

$$\left|\frac{P_{n+1}(x)}{P_n(x)}\right| > |\lambda(x)| - \sigma,$$

onde

$$|P_{n+1}(x)| > |P_m(x)| (|\lambda(x)| - \sigma)^{n-m}.$$

Pertanto, per il termine generale della serie (8') si avrà

$$\left|\frac{C'_n(\xi)}{P_n P_{n+1}}\right| < M \frac{\sqrt{\xi^n}}{K^n \eta^n (|\lambda(x)| - \sigma)^{2n}},$$

essendo M un prodotto di fattori indipendenti da n che il lettore formerà facilmente. Tenuto conto delle (16) e (17), risulta dalla precedente che è

$$\frac{C'_n(x)}{P_n P_{n+1}} < M\eta'^n,$$

e con ciò viene dimostrata la convergenza in ugual grado della (8′) e *a fortiori* della (8) lungo la circonferenza ξ e lungo ogni circonferenza concentrica ed esterna; c. d. d.

Da questo teorema risulta, in virtù di una nota proposizione del Weierstrass, che la serie (8) si può trasformare in una serie di potenze decrescenti di x, la quale si ottiene svolgendo in serie di potenze le funzioni razionali $\frac{C_n}{P_n P_{n+1}}$ e sommando i termini simili in queste serie. Lo stesso vale per la serie

$$\sum \frac{B_n}{P_n P_{n+1}},$$

talché si può enunciare che:

« I limiti $U(x)$, $V(x)$ dei rapporti $Q_n : P_n$, $R_n : P_n$ sono, per valori di x « abbastanza grandi in valore assoluto, funzioni analitiche regolari di x. « Ambedue queste funzioni sono nulle di prim' ordine per $x = \infty$. »

12. Dall' ultimo teorema dimostrato risulta che anche $X_n(x)$ è una funzione analitica di x. Per dimostrare che essa è nulla dell' ordine $-n$ per $n = \infty$, osserviamo che si ha dalle (7′) del § 1:

$$U = \frac{Q_n}{P_n} + \frac{C_n}{P_n P_{n+1}} + \frac{C_{n+1}}{P_{n+1} P_{n+2}} + \cdots,$$

$$V = \frac{R_n}{P_n} - \frac{B_n}{P_n P_{n+1}} - \frac{B_{n+1}}{P_{n+1} P_{n+2}} + \cdots,$$

onde sostituendo nella (7) (§ 10), e ricordando (§ 1) che

$$A_n P_n + B_n Q_n + C_n R_n = 0,$$

si ottiene

$$X_n(x) = \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{B_n C_{n+\nu} - C_n B_{n+\nu}}{P_{n+\nu} P_{n+\nu+1}}. \tag{18}$$

Esaminando ora il grado in x dei singoli termini di questa serie, e cercando

quindi il grado in x di $X_n(x)$, ricordando dal § 9 che le B_n, C_n sono del grado $\frac{n-2}{2}$ per n pari e rispettivamente del grado $\frac{n-1}{2}$, $\frac{n-2}{2}$ per n dispari, mentre P_n è del grado $n-2$, risulta che X_n è del grado $-n$. Talchè si è dimostrato quanto era stato enunciato, e cioè

« X_n è l' integrale *distinto* dell' equazione (1), cioè il suo rapporto con « ogni altro integrale della (1) tende a zero per $n=\infty$, per valori di x « abbastanza grandi in modulo; inoltre esso è quell' integrale il cui grado « è il minimo possibile in corrispondenza al grado dei polinomî A_n, B_n, C_n. »

RICERCHE SUL RICAMBIO MATERIALE

DI

CANI PRIVATI DELLO STOMACO E DI LUNGHI TRATTI DI INTESTINO TENUE

MEMORIA

DEL

DOTT. F. DE FILIPPI

(Letta nella Seduta del 18 Febbraio 1894).

Nel Giugno 1892 il Dott. U. Monari, assistente, operava alcuni cani di esportazione di stomaco e di escisione di lunghe porzioni del tenue. Per sua gentile concessione ho potuto condurre a termine una serie di ricerche sul ricambio materiale degli animali operati, e venire a conclusioni che mi paiono non prive di interesse pel contributo che portano all' argomento tutt' ora così incerto dell' importanza fisiologica della funzione dello stomaco e di quella dell' intestino. Nelle precedenti esperienze di resezione di stomaco praticate sul cane (1) fu solo verificata la possibilità della vita, con nutrizione apparentemente non alterata, anche quando quasi tutto lo stomaco era stato esportato; ma non fu mai fatta alcuna ricerca metodica sul ricambio materiale e sull'assorbimento intestinale. Ogata (2), che potè avere da Czerny un cane operato qualche anno prima da Kaiser e studiarlo per più mesi, si limita a dirne che l'appetito era normale, le feci normali, e che con una ricca alimentazione si aveva facile aumento di peso. Ma intanto, prima di conoscere le osservazioni di Czerny e Kaiser, egli aveva fatto una serie di ricerche eliminando lo stomaco dal circolo degli alimenti con un altro metodo. Praticava cioè una fistola gastrica in immediata vicinanza del piloro, e la rivestiva di una cannula

---

(1) Czerny. — Beitr. z. operat. Chirurg. Stuttgart 1878, § 141, ff.; e Kahler, Sem. Méd. 1891. p. 52.

(2) Ogata. — Ueber die Verdauung nach der Ausschaltung des Magens. Arch. f. Anat. u. Phys., 1883, Abth. Phys., p. 89.

per la quale poteva portare gli alimenti ridotti a fina poltiglia direttamente nel duodeno mediante un tubo di vetro curvo traversante il piloro. Questo veniva chiuso subito dopo con una palla di gomma peduncolata gonfiata con acqua. Uccideva poi i cani un' ora e mezzo o due ore dopo introdotto il pasto, e faceva l' esame chimico del contenuto intestinale, oppure li teneva in vita parecchi giorni per fare l' esame delle feci.

Egli potè così venire alla conclusione che, sottraendo intieramente la funzione gastrica, i carnivori possono continuare a nutrirsi regolarmente, mantenendo costante il peso del corpo, con formazione di feci normali. L' albumina, le sostanze alimentari, il tessuto connettivo cotto sono perfettamente digeriti dal solo tenue; l' assorbimento procede pure rapidissimo, e corrispondentemente si osserva un notevole aumento nella eliminazione dell' urea nelle prime ore dopo introdotto un pasto nel tenue. Sebbene manchi l' azione sterilizzante del succo gastrico, non hanno luogo putrefazioni anormali nell' intestino. Le feci presentano una caratteristica assenza di acidi biliari (reazione di Pettenkoffer), e contengono generalmente del grasso quando ne fu somministrato nella alimentazione. Lo stomaco avrebbe quindi per funzione principale quella di modificare coi suoi acidi il tessuto connettivo (crudo). Parecchie sostanze alimentari sono solo digerite dopo aver subito alcune modificazioni alla loro superficie, o dopo essere state divise in fini pezzetti. Inoltre lo stomaco servirebbe a lasciar passare solo lentamente nell' intestino le sostanze alimentari digerite, d' onde una maggiore regolarità nella scomposizione dell' albumina in urea.

Queste ricerche di Ogata, preziosissime pei dati nuovi che forniscono sulla capacità di digestione dell' intestino non coadiuvato dall' azione chimica stomacale, non costituiscono però un vero e proprio studio di ricambio. Per questo era necessario mettersi in condizioni tali che nessuna causa esterna potesse avere un' azione sul ricambio dell' animale in esame (fistole aperte, manipolazioni necessarie per introdurre il cibo, ecc.), e stabilire un vero bilancio fra l' entrata e l' uscita dell' organismo, per sorprendere alterazioni anche minime sia della assimilazione, sia della scomposizione. Già Sticker (1) nel 1887 trovava che la saliva ha una importanza notevole sulla digestione per l' influenza che essa esercita sulla secrezione stomacale; Biernatzki (2) in un altro lavoro ne confermava le conclusioni; e recentemente v. Mering (3) attribuiva i gravi disordini

---

(1) Sticker. — Wechselbeziehungen zwischen Speichel und Magensaft. Volkmann's Hefte N. 297, 1887.

(2) Biernatzki. — Die Bedeutung der Mundverdauung und des Mundspeichels für die Thätigkeit des Magens Zeitschr. f. Klin. Méd. XXI, 97, 1892.

(3) I. v. Mering. — Ueber die Function des Magens. Therap. Monatsch. 1893, Mai, p. 201.

seguiti da morte, da lui osservati in cani nutriti pel duodeno, alla soppressa azione dei secreti boccali. Per poter attribuire con certezza i fenomeni osservati alla sola mancanza dello stomaco è indispensabile istituire le ricerche in animali che si nutriscano per la bocca.

Nelle mie ricerche seguì interamente lo schema di studio del ricambio proposto da v. Noorden nella sua recente monografia sull'argomento (1). I cani erano tenuti in gabbie abbastanza ampie a fondo di zinco inclinato con un foro nel punto declive pel quale venivano raccolte le urine. Le feci si potevano pure riunire abbastanza facilmente senza alcuna perdita, nessuno degli animali in esperienza avendo diarrea. Prima di cominciare un periodo di studio, l'animale era lasciato in gabbia per una o due settimane, finchè si fosse abituato a vivere rinchiuso, e tenuto ad una dieta approssimativamente uguale a quella da somministrarsi durante l'esame (2). Dopo pochi giorni generalmente le minzioni e le defecazioni, dapprima irregolari, si compievano in periodi normali. Il cane era cateterizzato al principio ed alla fine di ogni periodo per riunire con sicurezza maggiore tutte le orine riferentisi ed esso. Generalmente l'esame veniva cominciato nel giorno che seguiva ad una scarica abbondante: ad ogni modo le prime feci raccolte erano quelle emesse nel secondo giorno, e si raccoglievano pure quelle emesse nelle 24 ore successive all'ultimo giorno del periodo di studio.

L'alimentazione veniva fatta con carne magra di cavallo cruda, con latte e pane bianco. Ne riunivo una quantità sufficiente per tutto un periodo d'esame, sulla quale praticavo ogni volta i dosaggi dell'azoto, degli idrati di carbonio e dei grassi. La carne poi veniva conservata sotto ghiaccio, il pane in recipienti chiusi per evitarne l'essiccamento, e il latte si sterilizzava in palloni di vetro.

L'azoto fu sempre dosato col metodo Kieldahl modificato, quale venne descritto da Argutinsky (3); gli idrati di carbonio nel pane e nelle feci col metodo Allihn-Liebermann (4), sostituendo alla pesata del rame il dosaggio volumetrico col liquido di Fehling titolato, e nel latte col metodo volumetrico dopo averlo diluito e dopo dealbuminazione con acido cloridrico e coll'ebollizione (5). Il grasso si determinò nel latte col metodo areometrico di Soxhlet (6); nelle feci mediante estrazione con etere e determinazione del peso del residuo, colle precauzioni indicate da v. Noorden (7).

La tav. I.ª, nella quale ho riunito i dati raccolti da un periodo di esame su un cane normale, rende chiaro il modo tenuto nel disporre le ricerche.

(1) v. Noorden. — Grundriss einer Methodik der Stoffwechsel Untersuchungen. Berlin, 1892.
(2) v. Noorden. — Loc. cit., p. 7.
(3) Argutinsky. — Arch. f. Physiol. v. Pflüger. Bd. XLVI, 1890, p. 581.
(4) Liebermann. — Jahresb. d. Thierchemie 1886, p. 55,
(5) O. Hammarsten. — Lehrbuch der physiologischen Chemie, 1886, p. 55.
(6) Lehmann. — Die Methode der praktisch. Hygiene, 1891, p. 326.
(7) v. Noorden. — Loc. cit., p. 44.

I.

Cane operato di asportazione totale dello stomaco.

Era stato operato dal Dott. U. Monari il 23 Giugno 1892, asportando tutto lo stomaco meno una piccola porzione di parete imbutiforme presso al cardias alla quale aveva innestato il duodeno reciso subito sotto al piloro. Cominciai le mie ricerche nella metà di Febbraio 1893, quasi otto mesi dopo l' atto operativo. L' animale era in ottime condizioni di nutrizione, mangiava con buon appetito la dieta mista degli altri cani (minestre, pane, residui di carne) senza avere mai vomito nè diarrea, aveva un peso medio di kg. 15. Le ricerche, alternate con quelle che praticavo sul cane operato di resezione intestinale, durarono fino alla fine del Maggio. Il cane fu ucciso il 2 Giugno 1893, e l' autopsia dimostrò che mancava la quasi totalità dello stomaco, e che non esisteva nessuna dilatazione sacciforme fra l' esofago e il duodeno.

La tav. II. dimostra un periodo preliminare di ricerche nel quale non mi occupai che del bilancio dell' azoto, e che mi convinse subito della necessità di uno studio più completo, specialmente per quel che riguardava le feci. Ad ogni modo basta a far risaltare la perdita percentuale considerevole di azoto colle feci (gr. 19,2), attribuibile senza dubbio alla non avvenuta digestione della carne, di cui venivano spesso emessi pezzi interi ancora perfettamente riconoscibili macroscopicamente.

Nelle urine sono negative le reazioni dei pigmenti biliari, ma vi ha quasi costantemente una quantità di urobilina rilevabile collo spettroscopio. Non so se, e fino a che punto, si possa collegare questo fatto collo scoloramento delle feci, nelle quali mancarono sempre gli acidi biliari. È quanto aveva già osservato Ogata nei suoi cani nutriti per la fistola pilorica.

La tav. III. dà un periodo di studio completo, durante il quale il peso del cane rimase costante, in cui quindi non si possono attribuire le perdite colle feci ad una alimentazione esuberante. Paragonandola con quella contenente il periodo di ricambio del cane normale, spicca subito la notevole differenza nelle perdite percentuali di grasso e di azoto colle feci (pel cane normale 8,2 e 8,25 ; pel cane senza stomaco 15,88 e 20,00). Gli idrati di carbonio sono utilizzati completamente. Come si sa, il loro assorbimento non presenta anomalie che nel caso di gravi alterazioni del tubo digerente (1).

---

(1) v. Noorden. — Loc. cit., p. 24.

Restava a vedere se tutta la perdita di azoto era imputabile alla mancanza della digestione e dell'assorbimento della carne. Intanto i dati forniti dalle tav. II. e III. indicano che per lo meno una parte di essa doveva venire assorbita. Dalla tav. III. infatti risulta che il valore medio dell'azoto eliminato quotidianamente colle orine (gr. 8,9493) é maggiore del valore medio dell'azoto del pane e del latte (gr. 8,2942); e in ambedue si vede che la perdita quotidiana di azoto colle feci (gr. 2,5126, tav. II.; e gr. 2,3834, tav. III.) é inferiore alla quantità giornaliera dell'azoto introdotto colla carne (gr. 3,753, tav. II.; e gr. 3,6331, tav. III.). Si poteva supporre che venissero intaccate e rese assimilabili solo quelle porzioni di carne che erano state separate dai pezzi più grossi nella masticazione, mentre i liquidi peptici del tubo digerente non potevano trasformare che superficialmente i pezzi inghiottiti interi. Stando in vero al fatto verificato da Ogata (1), della non assorbibilità cioè del tessuto connettivo crudo per parte dell'intestino, é evidente che il connettivo interstiziale dei muscoli doveva notevolmente difficoltarne la digestione.

Feci perciò ancora due periodi d'esame; in uno soppressi completamente la carne nella alimentazione, costituita solo di latte e pane in quantità non superiori a quelle dei due periodi precedenti; nell'altro tornai alla dieta del pane, latte e carne: ma quest'ultima venne somministrata ridotta in fina poltiglia con triturazione prolungata.

Nella tav. IV. è esposto il primo di questi periodi: come si vede l'azoto totale introdotto si ridusse a gr. 7,735 pro die, invece di gr. 11,92 del periodo precedente (tav. III.), ma la perdita colle feci non fu che di gr. 5,0 per cento, epperciò inferiore a quella osservata nel cane normale tenuto a dieta mista (8,25, tav. I.). La perdita percentuale dei grassi scese pure da 15,88 a 3,4; ed é senza dubbio questa utilizzazione maggione dei grassi dell'alimentazione che permise al cane di mantenere costante il suo peso nei 7 giorni di esame, sebbene l'alimentazione fosse molto più scarsa, e l'azoto utilizzato pel ricambio in quantità minore che nel periodo precedente (azoto eliminato colle orine gr. 6,4309 di contro a gr. 8,9493 della tav. III.). La perdita di grasso maggiore osservata nei precedenti esami era senza dubbio dovuta all'azione che esercitavano sul tubo intestinale le masse di carne indigerite, probabilmente attivandone la peristattica, e non dando così tempo al grasso introdotto in quantità notevole nell'intestino di subire i cambiamenti necessarii al suo assorbimento (2).

---

(1) Ogata. — Loc. cit., p. 95.

(2) Non è dimostrato che lo stato di fina emulsione, nel quale si trova il grasso nel latte, costituisca una condizione specialmente favorevole al suo assorbimento. Di fatti gli esperimenti di Ogata (loc. cit., p. 113) sulla digestione del chilo nel tenue, sebbene non conclusivi, fanno rite-

Infine la tav. V. è lo specchio del bilancio del cane nutrito con latte, pane e carne ridotta in fina poltiglia. Essa dimostra un ricambio perfettamente normale, con una utilizzazione dei materiali introdotti che corrisponde a quella osservata nel cane in condizioni fisiologiche. Nei cinque giorni di durata dell' esame si ebbe un aumento di 100 gr. di peso, sebbene l'azoto introdotto e l' azoto utilizzato pel ricambio fossero in quantità minore di quella del secondo periodo d' esame (confronta tav. III.). Anche qui il fatto deve essere attribuito all' assorbimento molto più completo dei grassi.

Mi pare che gli esperimenti sopra esposti bastino a far ritenere dimostrate le seguenti conclusioni che si avvicinano di molto a quelle enunciate da Ogata: I cani operati di asportazione totale dello stomaco possono continuare a nutrirsi normalmente con formazione di feci normali. La carne cruda deve essere somministrata finamente divisa perchè i succhi intestinali possano trasformarla in modo da renderla assimilabile nel tempo che essa impiega a percorrere il tubo digerente; introdotta in pezzi grossi non viene intaccata che superficialmente, e produce disturbi nell' assorbimento causanti una incompleta assimilazione dei grassi. Gli idrati di carbonio sono assorbiti completamente. I grassi non subiscono una perdita percentuale superiore a quella osservata nel cane normale. Non pare che abbiano luogo processi putrefattivi anormali nell' intestino per la mancata azione sterilizzante del succo gastrico.

Ogata (1) attribuisce la caratteristica mancanza di acidi biliari nelle feci alla non avvenuta scissione di questi acidi per opera dell' acido cloridrico stomacale. La reazione di Pettenkoffer nelle feci del cane normale è infatti dovuta all'acido colico, pressochè insolubile in acqua, prodotto nello sdoppiamento dell' acido taurocolico per opera dell' acido cloridrico dello stomaco (2). L' acido glicocolico manca normalmente nella bile del cane (3).

Se, e fino a che punto, queste conclusioni siano applicabili all'uomo è difficile dire. Parecchi fatti clinici però lasciano supporre che anche nell'uomo la funzione gastrica possa venire soppressa senza che ne risultino notevoli alterazioni nel ricambio. Tralascio i casi di resezioni più o meno estese dello stomaco, nei quali può rimanere il dubbio che sia rimasta una por-

---

nere probabile, che almeno una certa quantità del chilo introdotto nel duodeno non venga assimilata tale e quale, ma dopo che il grasso si è riunito in gocce più grosse per venir poi nuovamente emulsionato.

(1) Ogata. — Loc. cit., p. 106.

(2) Demarçay. — Liebig's Annalen d. Chem. Bd. XXVII, S. 289.

(3) Emich. — Monatshefte f. Chemie, 1882, Bd. III, S. 336.

(4) C. Kaensche. — Untersuchungen über das functionelle Resultat von Operationen am Magen. Deut. Med. Woch. Dec. 1892, N. 49, p. 1114.

zione anche piccola di mucosa secernente, e nei quali del resto, che io sappia, non fu fatto nessuno studio regolare di ricambio dopo l'operazione. C. Kaensche (1), che studiò il risultato funzionale di alcune operazioni praticate sullo stomaco, espone fra le altre osservazioni quella di un operato di resezione di piloro carcinomatoso, in cui dopo sette mesi la sola funzione motoria era ritornata normale, mentre persisteva anacloridria completa, e il succo gastrico non digeriva in stufa neppure coll' aggiunta di acido cloridrico. Ciò malgrado il paziente era in grado di tollerare qualsiasi dieta, ed era aumentato di peso in modo notevole. V. Noorden (2) verificò che nelle forme di alterata secrezione gastrica non vi ha aumento nella scomposizione dell' albumina dell' organismo, nè alterazioni nell' assorbimento delle sostanze alimentari; e che aumentando la dieta si ha pure una scomposizione normale, colle solite modificazioni portate dalla precedente nutrizione insufficiente. Tutti i fenomeni osservati in questi casi sarebbero quindi dovuti solo alla insufficiente introduzione di alimenti, e la alterazione gastrica per se stessa non avrebbe che una importanza secondaria nella produzione dei sintomi.

Infine i processi putrefattivi dell' intestino non paiono subire alcuno sviluppo anormale neppure nelle alterazioni più gravi della secrezione gastrica, quando lo stomaco, ridotto a cavità inerte, presenta le condizioni più favorevoli per lo sviluppo e la moltiplicazione dei germi più diversi (6).

II.

Cane operato di resezione di m. 1,90 di intestino tenue.

L' operazione fu praticata dal Dott. Monari il 25 Giugno 1892. Subito dopo il cane ebbe un periodo di progressiva denutrizione che in circa quindici giorni raggiunse proporzioni gravi: poi poco per volta si riebbe, grazie alla alimentazione con carne cruda, e tornò in condizioni apparentemente normali, mantenendosi in discreto stato di nutrizione colla dieta mista solita degli altri cani. Nel Novembre portò felicemente a termine una gravidanza, e nei primi giorni di Dicembre partorì quattro cagnolini, dei quali due morirono subito ed uno dopo 5-6 giorni, mentre il quarto fu allattato dalla madre durante tre settimane circa, senza che si notasse in lei altro che un po' di dimagramento. L' animale fu ucciso il 2 Giugno

(1) v. Noorden. — Über die Ausnutzung der Nahrung bei Magenkranken. Zeitschr. f. klin. Med. XVII; e Lehrbuch der Pathologie des Stoffwechsels, Berlin 1893, p. 239 e seg.
(2) v. Noorden. — Lehrbuch ecc., p. 245.

1893, e l'autopsia dimostrò che non rimanevano che 25 cent. di tenue, circa un ottavo della lunghezza totale primitiva.

Lo studio del ricambio fu cominciato nove mesi dopo l'atto operativo, e i risultati ottenuti sono riassunti nelle tav. VI. e VII. L'unica alterazione rilevabile in queste è il difettoso assorbimento dei grassi, che danno una perdita percentuale colle feci di gr. 19 (tav. VII.). Invece l'azoto della alimentazione dà una perdita poco superiore a quella osservata nel cane normale tenuto ad una dieta uguale (confr. tav. I.). La minore utilizzazione dei grassi fa sì che per mantenere costante il peso dell'animale è necessario fornirgli una dieta relativamente più abbondante. E infatti il cane privato di tenue, sebbene pesasse quasi un chilogr. meno del cane normale, riusciva appena a mantenere costante il suo peso con una dieta sufficiente a produrre un aumento in quest'ultimo (confr. tav. VII. con tav. I.). Le feci erano generalmente scure, piuttosto fetenti, poltacee, mai diarroiche, eccettuati pochi giorni nei quali venne data una quantità esagerata di latte.

Si deve quindi venire alla conclusione che nel cane l'asportazione della quasi totalità del tenue (sette ottavi) non solo non è incompatibile colla vita, ma permette all'animale di mantenersi in buone condizioni di nutrizione con un assorbimento intestinale poco alterato. È notevole il fatto che il breve tratto di intestino rimasto bastò per supplire al bisogno esagerato di materiali utilizzabili durante la gravidanza e l'allattamento senza che il cane paresse soffrirne.

Di fronte a questi risultati si deve ammettere che il crasso possa assumere vicariamente la funzione dell'assorbimento al posto del tenue mancante, ipotesi confortata pure da risultati ottenuti nella Clinica coi clisteri nutrienti. La facilità e la rapidità colla quale i peptoni e le uova crude emulsionate sono riassorbiti dall'ultima porzione del tubo digerente, è stata bene dimostrata dagli esperimenti di Voit e Bauer, Leube e Pfeiffer, Eichorst pel cane e per l'uomo sano, di Ewald (1) per l'uomo malato; esperimenti ripresi e in gran parte confermati recentemente da A. Huber (2).

Nota. — A lavoro finito mi venne sott'occhio una breve comunicazione di Pachon e Carvallo alla Società di biologia di Parigi (seduta del 25 Novembre 1893) (3), sulla digestione del cane gastrectomizzato. Le

(1) C. A. Ewald. — Über die Ernährung mit Pepton und Eierklystieren. Zeitschr. f. klin. Med. 1887, H. 5, p. 407.

(2) A. Huber. — Über den Nährwerth der Eierklystiere. Deut. Arch. f. klin. Med. Bd. XLVII. p. 495.

(3) Sem. méd. 29 Nov. 1893.

conclusioni si riferiscono solo alla digestione della carne, che é meno perfetta di quella osservata nei cani studiati da Ogata e da me. Il cane che fece oggetto delle osservazioni di Pachon e Carvallo mangiava lentamente e con masticazione prolungata, e presentava spesso vomito di sostanze contenenti acidi organici quando venivano emesse 3-4 ore dopo l'ingestione. Quello, sul quale praticai le mie ricerche, non si distingueva affatto da un cane normale, e non presentó mai nessuna particolaritá nel modo di prendere il cibo, nè alcun disturbo dopo averlo ingerito.

Bilancio di un cane normale.

Giorni	Peso kgr.	Carne	Pane	Latte	Azoto totale introdotto	Idrati di Carbonio	Albumina	Grassi	Calorie	ORINE					FECI					Azoto totale eliminato
										Quantità	Densità	P_2O_5	Cloro	Azoto	Fresche gr.	Secche gr.	Azoto	Grassi	Idrati di Carbonio	
I	6,00	100	100	250	7,1657	79,985	44,78	10,09	605,38	140	1028	0,3214	0,3742	3,9258						
II	6,00	»	»	»	»	»	»	»	»	200	1030	0,4528	0,4321	5,7226	39,5					
III	6,050	»	»	»	»	»	»	»	»	210	1021	0,4028	0,3225	2,9694						
IV	6,00	»	»	»	»	»	»	»	»	250	1029	0,6672	0,6282	6,1250	49,5					
V	6,100	»	»	»	»	»	»	»	»	190	1032	0,4317	0,4258	5,6327	56,0					
VI	6,100	»	»	»	»	»	»	»	»	205	1048	0,7010	0,5842	8,8970	21,0					
VII	6,150	»	»	»	»	»	»	»	»	190	1034	0,3962	0,4642	5,4530	42,0					
VIII	6,200	»	»	»	»	»	»	»	»	155	1040	0,4912	0,3757	5,0499						
IX	6,200	»	»	»	»	»	»	»	»	190	1030	0,4116	0,3355	5,5594	48,0					
Quantità Complessive . . .					64,4913	719,865	403,02	90,81	5448,42	1730		4,2759	3,9424	49,3348	256,0	122,0	5,3176	7,4253	0,00	54,6524
Medie giornaliere.					7,1657	79,985	44,78	10,09	605,38	192		0,4751	0,4380	5,4816	28,5	13,5	0,5908	0,8529		6,0725

Azoto introdotto . . . gr. 64,4913
» eliminato . . . » 54,6524

Differenza gr. 9,8389 di Azoto in parte trattenuto per l'aumento in peso, in parte eliminato. (L'aumento di peso totale fu di grammi 200 che in carne muscolare rappresenterebbero N. gr. 6,72, corrispondenti a gr. 41 di albumina. L'errore si ridurrebbe a grammi 3,1189 di Azoto).

Perdita percentuale colle feci. Idrati di Carbonio 0,00
» » Azoto 8,25
» » Grassi 8,2
» » Calorie 3,8

Orine sempre acide, colore dal giallo d'oro al rosso-mogano. Mai albumina nè zucchero nè acetone. Reaz. dell'indacano (Jaffé-Senator) generalmente positiva, debole. Feci grigio-scure di reazione neutra o leggermente alcalina. Discretamente fetenti, sempre conformate, piuttosto dure. Reaz. di Pettenkoffer (acidi biliari) sempre normale.

Cane operato di asportazione dello stomaco. TAV. II.

Giorni	Peso kg.	Pane	Azoto pane	Latte	Azoto latte	Carn.	Azoto carne	Azoto totale introdotto	Orina cc.	Densità	Azoto orine	Feci secche gr.	Azoto feci	Azoto totale eliminato
I	14,600	350	6,489	400	2,688	127	4,5161	13,6931	310	1021	9,114	46,5	4,641	13,755
II		400	7,416	500	3,360	100	3,556	14,332						
III	15,00	400	7,416	400	2,688	100	3,556	13,660	1010	1023	14,14	34,5	3,513	17,653
IV	15,200	400	7,416	475	3,192	157,5	5,6007	16,2087	690	1027	11,9784	27,5	2,621	14,5994
V	15,500	400	7,416	500	3,360	150	5,334	16,110						
VI		60	3,1336	400	2,688	100	5,556	8,3776	770	1023	12,7204	30,0	4,0134	16,7338
VII	15,400	300	5,562	400	2,688	55	1,9558	10,2058	475	1020	8,246			8,246
VIII	15,500	400	7,416	400	2,688	55	1,9558	12,0598	180	1021	2,772	54,5	5,3124	8,0844
	Somme		51,2646		23,352		30,0304	104,6470	3435		58,9708	193,0	20,1008	79,0716
	Medie pro die . .		6,408		2,919		3,753	13,08	429		7,3713	24,12	2,5126	9,884

Azoto introdotto . . . gr. 104,6470
» eliminato . . . » 79,0716

Differenza gr. 25,5754 di Azoto trattenuto, corrispondente a gr. 160 di albumina risparmiata e a gr. 760 di carne muscolare. Il resto dell' aumento di peso (che fu di gr. 900) è coperto da grasso.

Perdita percentuale di Azoto colle feci 19,2.

Orine acide, mai albuminose nè zuccherine. Colore dal giallo d' oro carico al rosso mogano. Reazione dell' indacano (Jaffé-Senator) positiva debole. L' esame spettroscopico rivela le strie dell' urobilina. Reazioni dei pigmenti biliari negative.

Feci color grigio-cenere, conformate, contengono pezzi di carne perfettamente riconoscibili macroscopicamente. Reaz. del Pettenkoffer costantemente negativa. Non eccessivamente fetenti. Il residuo dello svaporamento con H_2SO_4 diluito forma una massa brunastra che ha l' aspetto di una poltiglia grassa.

Cane operato di asportazione dello stomaco.

Giorni	Peso kg.	Carne	Pane	Latte	Azoto Carne	Azoto del pane e del latte	Azoto totale introdotto	Albumina	Idrati di Carbonio	Grassi	Calorie	ORINE					FECI					Azoto totale eliminato
												Quantità	Densità	Anidride fosforica	Cloro	Azoto	Fresche gr.	Secche	Azoto	Grassi	Idrati di Carbonio	
I	15,00	56	200	500	2,171	7,7198	9,8908	61,81	179,610	18,36	1160,58	380	1030	1,4478	1,328	8,4987						
II	14,950	100	200	500	3,8768	7,7198	11,5966	72,43	179,610	18,80	1208,23											
III	15,00	100	300	500	3,8768	9,5182	13,3950	83,69	255,025	19,80	1572,86	735	1021	1,0346	1,0125	11,9878	120,5					
IV	15,100	100	250	500	3,8768	8,6885	12,5653	78,50	217,160	19,30	1391,70	320	1035	0,5709	1,2543	8,7282						
V	15,00	100	250	450	3,8768	8,3467	12,2235	76,37	193,711	17,72	1272,14	450	1051	1,957	1,9823	18,9315	213,0					
VI	14,950	100	250	450	3,8768	8,3467	12,2235	76,37	193,711	17,72	1272,14											
VII	15,00	100	200	500	3,8768	7,7198	11,5966	72,44	179,610	18,80	1208,23	580	1051	2,1438	1,916	14,4987	94,5					
Somme					25,4318	58,0595	83,4913	521,61	1398,438	130,50	9085,78	2465		7,1541	7,4931	62,6449	428,0	174,5	16,6841	20,726	0,00	79,3290
Media giornaliera.					3,6331	8,2942	11,9273	74,51	199,777	18,64	1298,00	352		1,022	1,07	8,9493	61,0	25,0	2,3834	2,96		11,3327

Azoto introdotto . . . . gr. 83,4913
» eliminato . . . . » 79,3290

Differenza . . . . gr. 4,1623 di Azoto perduto.

Perdita percentuale colle feci. Idrati di Carbonio 0,00
» » » Grassi 15,88
» » » Azoto 20,00
» » » Calorie 6,80

Le orine conservano i caratteri descritti nella Tav. II. Le feci presentano sempre la caratteristica mancanza di acidi biliari.

Cane operato di asportazione dello stomaco.

TAV. IV.

Giorni	Peso kgr.	Pane	Latte	Azoto totale introdotto	Idrati di Carbonio	Grassi	Albumina	Calorie	ORINE					FECI					Azoto totale eliminato
									Quantità	Densità	P_2O_5	Cloro	Azoto	Fresche	Secche	Azoto	Grassi	Idrati di Carbonio	
I	15,00	250	500	7,735	213,50	17,85	48,34	1239,56	790	1016	0,7882	0,8329	8,8486						
II	15,00	»	»	»	»	»	»	»	310	1025	0,4873	0,5258	6,3288						
III	15,100	»	»	»	»	»	»	»	280	1030	0,4943	0,4435	5,4498						
IV	15,150	»	»	»	»	»	»	»	210	1035	0,4093	0,4222	6,1866						
V	15,100	»	»	»	»	»	»	»	300	1025	0,4956	0,5182	6,3278						
VI	15,050	»	»	»	»	»	»	»	295	1020	0,1118	0,2021	6,7982						
VII	15,050	»	»	»	»	»	»	»	200	1027	0,3952	0,3173	5,0765						
Somme.				54,145	1494,50	124,95	338,38	8676,92	2385		3,1817	3,2620	45,0163	254	100,5	2,7855	4,3325	0,00	47,8018
Medie giornaliere .				7,735	213,50	17,85	48,34	1239,56	341		0,4545	0,466	6,4309	36,37	14,37	0,3979	0,619		6,8288

Azoto introdotto . . . . gr. 54,1450
» eliminato. . . . . » 47,8018

Differenza gr. 6,3432 in parte trattenuto, in parte perduto.

Perdita percentuale colle feci. Grassi 3,4
» » Azoto 5,0
» » Calorie 1,3

Cane operato di asportazione dello stomaco

TAV. V.

Giorni	Peso kg.	Pane	Latte	Carne	Azoto totale introdotto	Grassi	ORINE					FECI				Azoto totale eliminato
							Quantità	Densità	P_2O_5	Cloro	Azoto	Fresche gr.	Secche gr.	Azoto	Grassi	
I	15,100	250	500	60	10,0814	18,26	230	1027	0,8482	0,8850	5,0729					
II	15,150															
III	15,150	»	»	»	»	»	640	1031	2,9593	2,746	14,7652					
IV	15,150	»	»	»	»	»	575	1027	2,035	1,8953	9,2545					
V	15.200	»	»	»	»	»	350	1025	1,8425	1,9667	7,3546					
Quantità complessive.					50,4070	91,30	1795		7,6840	7,4920	36,4472	250,5	97,0	4,2342	6,847	40,6814
Medie giornaliere.					10,0814	18,26	360		1,5368	1,4984	7,2894	50,1	19,4	0,8468	1,37	8,1363

Azoto introdotto gr. 50,4070
» eliminato. » 40,6814

Differenza gr. 9,7256 di Azoto in parte trattenuto, in parte perduto.

Perdita percentuale colle feci - Azoto . . 8,4
» Grassi . . 7,5

Durante questo periodo la carne fu somministrata finamente tritata, ridotta a poltiglia - Le orine e le feci presentano sempre i soliti caratteri - Nelle feci mancano i residui di carne non digeriti.

Tav. VI.

Cane operato di resezione di m. 1.90 di intestino tenue.

Giorni	Peso kg.	Pane	Carne	Latte	Azoto totale introdotto	Orine cc.	Densità	Azoto delle orine	Feci secche gr.	Azoto delle feci	Azoto totale eliminato
I	5,00	150	100	480	9,5626	195	1043	7,1152	15,0	0,9696	8,0848
II		150	100	400	9,025	290	1020	6,0924	12,5	0,9298	7,0222
III	5,050	100	117	400	8,7025	320	1028	8,1728	11,0	0,6759	8,8487
IV		100	150	390	9,7888	260	1044	7,2952	15,5	1,319	8,6142
V	5,100	100	150	500	10,548	500	1028	10,820	17,5	0,8207	11,6407
VI		150	150	500	11,265	410	1021	10,1176	14,5	1,078	9,1956
VII	5,250	100	150	360	9,6072	290	1045	10,0944	19,0	0,8442	10,9386
VIII		100	100	300	7,426	420	1020	7,1152	22,5	1,5106	8,6258
IX	5,250	100	150	300	9,204	145	1038	7,090			7,090
X	5,250	150	120	500	10,4082	365	1023	8,3362	21,5	0,6762	9,0124
XI	5,300	150	150	500	11,475	200	1031	6,208	15,0	1,5762	7,7842
Quantità complessive					107,0123	3395		86,4570	163,5	10,4002	96,8572
Medie giornaliere					9,7283	309		7,8597	14,8	0,9455	8,8052

Azoto introdotto . . . . . gr. 107,0123
» eliminato . . . . . » 96,8572

Differenza gr. 10,1551 di Azoto in parte trattenuto, in parte (gr. 30 di aumento di peso rappresenterebbero gr. 10,08 se fossero avvenuti interamente per aumento di albumina).

Perdita precentuale di Azoto colle feci 9,7.

Orine mai albuminose nè zuccherine. Colore giallo-giallo d'oro carico. Reazione dell' indacano generalmente negativa.

Feci scure poltacee o conformate, mai diarroiche. Reazione degli acidi biliari (Pettenkoffer) positiva. Il Residuo dello svaporamento con H_2SO_4 diluito forma una massa nerastra, poltigliosa, di aspetto grasso. Reazione del Pettenkoffer positiva.

Cane operato di resezione di m. 1,90 di intestino tenue. TAV. VII.

Giorni	Peso kgr.	Pane	Carne	Latte	Azoto Totale introdotto	Albumina	Grassi	Idrati di Carbonio	Calorie	ORINE					FECI					Azoto totale eliminato
										Quantità	Densità	P_2O_5	Cloro	Azoto	Fresche gr.	Secche gr.	Azoto	Grassi	Idrati di Carbonio	
I	5,300	60	50	400	6,3558	39,72	17,18	56,602	554,70	215	1022	0,603	0,663	3,9799	34,5					
II	5,200	100	50	250	6,0304	37,69	8,85	73,029	536,25	105	1031	0,400	0,433	3,730	25,0					
III	5 ,250	100	100	250	8,1145	50,72	9,35	73,029	594,33	236	1028	0,749	0,800	7,4516	47,0					
IV	5,250	88	100	250	7,8257	48,91	9,23	65,564	555,18	310	1026	0,4094	0,4983	4,0597	23,5					
V	5,250	95	100	200	7,6861	48,04	7,83	67,753	547,57	175	1032	0,7368	0,640	8,0314	45,0					
VI		95	100	200	7,6861	48,04	7,83	67,753	547,57	210	1038	0,5159	0,4481	6,2236	22,0					
VII	5,250	100	100	200	7,8065	48,79	7,88	70,864	563,86	150	1028	0,7517	0,7449	9,7628	32,5					
VIII		100	100	200	7,8065	48,79	7,88	70,864	563,86	200	1035	0,5754	0,5534	7,2360	20,0					
IX	5,250	100	100	150	7,4985	48,86	6,41	68,699	533,40	210	1032	0,6692	0,5910	6,8317	20,0					
Somme					66,8101	417,56	82,44	614,157	4996,72	1811		5,4104	5,3717	57,3067	269,5	130,5	6,1465	15,663	0,00	63,4532
Medie giornaliere					7,4233	46,4	9,16	68,24	555,19	201		0,6011	0,5967	6,3674	30,0	14,5	0,683	1,74		7,0504

Azoto introdotto . . . . gr. 66,8101
» eliminato. . . . . » 63,4532

Differenza gr. 3,3569 di Azoto perduto.

Perdita percentuale colle feci - Idrati di Carbonio 0,00
» » Azoto 9,2
» » Grassi 19,0

Le orine e le feci presentano i soliti Caratteri (Tav. VI).

RINOCERONTI FOSSILI

DEL MUSEO DI BOLOGNA

MEMORIA

DEL

PROF. GIOVANNI CAPELLINI

(Letta nella Seduta del 22 Aprile 1894).

CON DUE TAVOLE

Avanzi di Rinoceronti del Bolognese.

La celebre porzione anteriore di mandibola di Rinoceronte, illustrata nel secolo passato da G. Monti e da esso riferita al genere *Rosmarus*, è il più antico avanzo di Rinoceronte fossile conservato nel Museo di Bologna.

Nella primavera del 1718 Giuseppe Monti, trovandosi a villeggiare a Monte Biancano presso il signor Biancani, di ritorno da una escursione al vicino Monte Maggiore, incontrò un contadino che gli presentò una pietra raccolta in fondo al burrone detto Balzo del Musico e nella quale era incastonato un osso con denti ancora in posto.

Dopo avere esplorato il luogo ove quel fossile era stato trovato e la balza dalla quale naturalmente doveva essere precipitato, appena tornato a Bologna si adoperò per liberarlo dalla roccia nella quale era sepolto e convinto che si trattasse di un animale marino, dopo molti confronti, concluse che si doveva riferire al genere *Rosmarus*.

Nel 1719 il Monti illustrò il fossile di Monte Biancano con un opuscolo corredato di tavole incise in rame, e della nuova scoperta si valse per avvalorare la tradizione del Diluvio, strenuamente sostenuta e difesa dai naturalisti bolognesi (1).

L' egregio botanico per corroborare la sua tesi tirò in campo ogni sorta

---

(1) Monti J. — De Monumento diluviano nuper in agro bononiensi detecto. Bononiæ 1719.

di argomenti, e per mostrare i rapporti del fossile bolognese con il Rosmaro del Wormio, da questi copió anche una figura per confronto.

Quella pubblicazione valse ad accrescere fama all'autore e chiunque, in seguito, ebbe ad occuparsi di fossili, ricordó il cranio del Rosmaro bolognese, taluno accettandone senz'altro come esatta la determinazione, altri (Gesner e Baumer) moltiplicando gli errori fino a riferire che dal Monti fosse stato giudicato un frammento di cranio di Ippopotamo.

L'abate Fortis, trovandosi in Bologna come bibliotecario (1801-1803), fu il primo a sospettare dell'errore del Monti; tolse ancora notevole porzione di roccia attorno al fossile, ne fece preparare un buon disegno da mandare al Cuvier per opportuni confronti, ció che non avvenne essendo morto prima di fare il progettato invio (1).

Frattanto peró il Cuvier, giudicando dalle cattive figure del Monti, dichiarava che il fossile bolognese non aveva alcun rapporto col genere *Trichechus* e mostravasi inclinato a riferirlo piuttosto al genere *Mastodon*.

L'abate Camillo Ranzani, succeduto a Camillo Galvani nella direzione del Museo di Storia naturale, pare che fino dal 1805 apprezzasse il dubbio affacciato dal Fortis, e per assicurarsi che realmente non si trattasse del genere *Rosmarus* cercó di averne un cranio da confrontare e si accinse egli pure a togliere altra roccia dal fossile, abbandonando peró presto la difficile impresa, persuaso che correva rischio di danneggiare non poco il prezioso esemplare.

Brocchi G. B. nella sua Opera immortale: *Conchiologia fossile subapennina*, cita il lavoro del Monti e riferisce il giudizio che ne aveva dato il Cuvier nel Vol. VIII degli *Annales du Museum* nel 1806 ed anche nella 1.ª edizione degli *Ossements fossiles* che, sebbene pubblicata nel 1812 non poté essere corretta come l'autore avrebbe desiderato, perché in realtà quell'opera si componeva semplicemente con le Memorie giá pubblicate negli *Annales du Museum d' Histoire naturelle* (2).

Frattanto il Ranzani aveva potuto consultare i lavori di Pallas e Cuvier sui Rinoceronti fossili, e ormai si era persuaso che tra questi si avesse a collocare anche il famoso esemplare descritto dal Monti; pare tuttavia che annunziando per la prima volta quella sua opinione, nella circostanza di un discorso di laurea, non conoscesse ancora quanto il Cuvier giá aveva scritto in proposito. Ma il grande naturalista francese essendosi recato in Italia per studiare particolarmente gli avanzi di vertebrati fossili del Valdarno raccolti nei musei di Firenze e Figline, passando per Bologna nel 1810 poté vedere il fossile di Monte Biancano ed ebbe

(1) L'Abate Fortis morì in Bologna il 21 ottobre 1803.

(2) Brocchi G. B. — Conchiologia fossile subapennina. Tomo I, pag. XXVII. Milano 1814.

subito a convincersi del retto giudizio intorno ad esso già pronunziato dall' abate Ranzani.

Infatti nella seconda edizione della classica opera *Sulle Ossa fossili*, pubblicata nel 1823, si affrettò a correggere l' errore che si trova nella 1.ª edizione del 1812, narrando che l' esatto riferimento del famoso esemplare a una mandibola di Rinoceronte era dovuto al dotto naturalista abate Ranzani che, da lui pregato, aveva pure liberato meglio il fossile dalla roccia, sicché aveva potuto accertarsi che non si era ingannato (1).

Il disegno riprodotto dal Cuvier nella fig. 10, Tav. IX, a $\frac{1}{3}$ del vero, era stato eseguito prima in grandezza naturale per cura del Ranzani e da questi portato a Parigi nel 1811; da allora in poi tra i resti fossili di Rinoceronti, i naturalisti registrarono anche la porzione di mandibola scoperta nel Bolognese nel 1718.

Nel 1835 De Christol, nelle sue ricerche sui caratteri delle grandi specie di Rinoceronti fossili, descrivendo la mandibola inferiore del suo preteso *Rh. tichorhinus* (*Rh. megarhinus*?) trovato a Montpellier, mentre sbaglia asserendo che al Cuvier era bastato un disegno della mandibola pubblicata dal Monti come Morsa fossile, per riconoscerla invece come spettante a un Rinoceronte e determinarne esattamente la specie, riproduce la figura pubblicata dal Cuvier a $\frac{1}{4}$ del vero e ammette che offre tutti i caratteri della mandibola di Montpellier, aggiungendo, inoltre, che questa vista di profilo non differisce punto da quella del Rinoceronte unicorne di Giava (2).

Per mezzo di Alberto Lamarmora, allora colonnello, il De Christol si procurò disegni del cranio e della mandibola del Rinoceronte scoperto nel 1805 a Montezago e descritto dal Cortesi nei *Saggi geologici*. E mentre contestò che si potesse ammettere una corta sinfisi, fece notare che l' esemplare era sciupato; ma poiché sul carattere della sinfisi e sulla assenza di ogni traccia di incisivi il Cuvier aveva insistito per il suo *Rh. leptorhinus* e d' altra parte i disegni fatti eseguire dal Lamarmora sotto la sorveglianza del Prof. Genè a Milano e le relative informazioni assicuravano che il cranio trovato a Montezago (3) aveva setto nasale, De Christol concluse che si trattava di un rinoceronte coi caratteri del *Rh. tichorinus* e negava la esistenza di un vero *Rh. leptorhinus*.

De Christol fondando per il rinoceronte fossile di Montpellier il suo

---

(1) Cuvier G. — Ossements fossiles. 2.e édit. Vol. II, p. I, pag. 73, 74. Paris 1822 — Vol. V, p. I, pag. 234. Paris 1823.

(2) De Christol — Recherches sur les caracteres des grandes espèces de Rhinocéros fossiles. *Annales des Sciences naturelles.* Seconde Série, Tom. IV. Zoologie pag. 58, pl. I, fig. 4. Paris 1835.

(3) Cortesi G. — Saggi geologi degli Stati di Parma e Piacenza, pag. 73, Tav. V, fig. 5 e Tav. VII. Piacenza 1819.

Rh. megarhinus, lo confronta con il rinoceronte bicorne di Sumatra e in seguito, parlando delle ossa fossili sparse, raccolte in Italia e attribuite al *Rh. leptorhinus*, aggiunge: poiché é evidente che il *Rh. leptorhinus* non ha esistito, dette ossa probabilmente appartengono al *Rh. megarhinus* e per i denti se ne ha la certezza. De Christol conclude che non avrebbe creato un nome nuovo, se i disegni avuti da Lamarmora e Gené gli avessero permesso di riferire il rinoceronte di Cortesi a una specie senza setto nasale.

Erano le cose a questo punto quando Camillo Ranzani l' 11 maggio 1837 presentò all' Accademia di Bologna la sua Dissertazione: *De maxilla in agro bononiensi reperta a Iosepho Monti* (1).

Dopo avere riepilogato la storia della scoperta di quel fossile e dopo avere accennato come avesse potuto sospettare che si trattasse di una mandibola di Rinoceronte, passando in rivista le varie specie fossili e avendo avuto la opportunità di esaminare la recente memoria di De Christol sul *Rhinoceros megarhinus* di Montpellier, ammette pei confronti delle mandibole che il Rinoceronte di Monte Biancano certamente poco doveva differire da quello di Montpellier. Ranzani si proponeva di tornare un altro anno su quell' argomento e discorrere più diffusamente dei rapporti e delle differenze del prezioso fossile; ma pur troppo fu quello l' ultimo lavoro che si ebbe dal nostro Accademico, che morì nell' aprile del 1841.

Dopo il Ranzani, il Blainville si interessò non poco del Rinoceronte bolognese e nella sua laboriosa Memoria sul genere *Rhinoceros* (2) ne parla ripetutamente per ricordare che da Cuvier era stata attribuita a un Mastodonte e che invece dal Ranzani era stata riconosciuta come mandibola di Rinoceronte; quindi discorrendo lungamente delle scoperte del Cortesi e del cranio di Montezago con o senza setto nasale, dichiarando che nell' esemplare conservato nel museo di Milano non esiste setto nasale, conclude che si deve riferire al *Rh. leptorhinus* e che si tratta della stessa specie che si trova nelle sabbie plioceniche di Montpellier, ossia del *Rh. megarhinus* De Christol.

Nel trattato di paleontologia di Pictet, a proposito del genere *Trichechus* è fatta menzione del celebre fossile illustrato dal Monti per ricordare che in realtà non si trattava di Tricheco ma bensì di Rinoceronte. H. Falconer venuto a trovarmi a Bologna nella primavera del 1861, interessandosi allora in modo particolare dei Rinoceronti fossili pei quali già aveva raccolto copiose notizie, esaminò anche il prezioso esemplare di Monte

(1) Ranzani C. — De maxilla in agro bononiensi reperta. *Novi Commentarii Acad. Sc. Inst. bon.* Tom. VI, pag. 295. Bononiae MDCCCXLIV.

(2) Blainville Ducrotoy de — Ostéographie des Mammiféres. Tom. IV, genre *Rhinoceros* pag. 120. Paris 1839-1864.

Biancano, e, pur non dubitando che per nulla dovesse specificamente differire dai rinoceronti del Piacentino e da quello di Montpellier, riconobbe che sarebbe stato conveniente di togliere la roccia che ingombrava la sinfisi di quell' avanzo di mandibola, ciò che gli promisi di tentare a momento opportuno.

Ma poiché distratto da altri lavori non mi occupai subito di quanto il Falconer mi aveva suggerito, così non ebbi occasione di fargli in proposito alcuna comunicazione, né prima d' oggi si ebbe una nuova figura del fossile completamente spogliato della roccia, in modo da togliere finalmente ogni incertezza sul giudizio esatto che era stato pronunziato dai paleontologi che di recente se n' erano occupati.

Morto il Falconer nel gennaio del 1865, le sue note paleontologiche furono con ogni cura raccolte e pubblicate con la assistenza di suoi antichi discepoli ed intimi e illustri amici quali Sir Proby, Cautley, Grote, Wood e Ed. Lartet; tra esse figurano le numerose e importanti osservazioni fatte sui materiali del Museo di Bologna, di Imola, di Vicenza ecc. ove io ebbi l' onore e la fortuna di poterlo sempre accompagnare, ma per il fossile di Monte Biancano neppure una parola, perché eravamo d' accordo che, a suo tempo, gli avrei reso conto della doccia sinfisiaria liberata dalla roccia che la ingombrava.

Le figure 1-3, Tav. I, rendono conto delle fasi diverse di preparazione del fossile, rappresentato a metà della grandezza naturale. La fig. I, corrisponde alla fig. 1.ª della tavola che si trova unita alla dissertazione del Monti, la fig. 2.ª è la fedele riduzione a metà grandezza della Tav. I. del Ranzani. Da analogo disegno fu fatta la riduzione della stessa figura pubblicata dal Cuvier a $1/_4$ del vero nella seconda edizione degli *Ossements fossiles*, riprodotta in seguito da De Christol; la fig. 3.ª ci rappresenta il prezioso esemplare come oggi si trova tra le reliquie del Museo Monti, nella tribuna aldrovandiana.

La fig. 3.ª cavata da una fotografia, permette di apprezzare in quale stato si trovi il fossile dopo che attorno ad esso lavorarono Monti, Fortis, ripetutamente il Ranzani e da ultimo io pure, che con un fortunato colpo di scalpello bene applicato potei togliere in un sol pezzo la roccia che ostruiva la doccia sinfisiaria e che conservasi presso l' esemplare per mia giustificazione. Dopo questa operazione non v' è dubbio che si scambierebbe facilmente il fossile bolognese con un frammento della mandibola del *Rh. megarhinus* De Christol (*Rh. leptorhinus* pro parte) delle sabbie di Montpellier.

Anche le traccie degli incisivi che del resto erano state notate dal Ranzani (V. fig. 2.ª *aa*) sono oggi rese meglio appariscenti che non lo fossero allorché l' esemplare fu illustrato da chi pel primo ne aveva apprezzato i veri rapporti.

Bacino di Rinoceronte presso Rio Secco.

Dalla scoperta del fossile di Monte Biancano trascorsero più di 150 anni prima che nel Bolognese fosse segnalato qualche altro avanzo di Rinoceronte.

Nella seduta dell'Accademia di Bologna del Maggio 1871 annunziai come nelle sabbie plioceniche di Rio Secco presso il Sasso aveva trovato un bacino incompleto, ma pure molto interessante, di *Rhinoceros megarhinus* e fin d'allora mi proposi di farne la illustrazione in un lavoro speciale sui Rinoceronti fossili del Museo di Bologna (1).

Nel Marzo del 1871 il Signor Fortunato Rossi avendomi recato un frammento di osso stato raccolto dal contadino Isidoro Lolli in una balza presso il Rio Secco nelle vicinanze del Sasso, il 27 di quel mese, accompagnato dal Sig. F. Rossi, dai suoi nipoti Francesco e Guglielmo, dall'Ing. Dall'Orto di Milano allora mio alunno e dal contadino sopra ricordato, mi recai sul luogo.

Lasciando la strada provinciale e risalendo il Rio Secco per circa duecento metri, sulla sinistra si trova una strada la quale conduce alla villa Cellini. La strada è aperta attraverso le sabbie gialle compatte che in più circostanze ho avuto da ricordare per i resti di Mastodonti e di Sirenoidi che vi si raccolsero a Mongardino, Montelungo, Riosto; queste sabbie, talvolta cementate in guisa da poterle considerare come vere molasse, lungo la detta strada raggiungono da sei a otto metri di potenza e si presentano distinte in grossi strati.

Percorsi circa cento metri dal Rio, appena un metro sul livello della strada ebbi il piacere di trovare ancora in posto una porzione di grossa amigdala di molassa, dalla quale era stato staccato un bel blocco contenente più di una metà del bacino di un mammifero che non esitai a riconoscere doversi riferire al genere *Rhinoceros*.

Fatti esportare i blocchi di roccia con ossa, e raccolti per via parecchi frammenti dispersi e già trascinati dalle piogge a non breve distanza dal luogo in cui il fossile giaceva sepolto, con molta cura potei ricomporre la notevole porzione di bacino rappresentata nella Tav. I, fig. 4.

La metà sinistra di questo bacino può dirsi completa, se si eccettuano piccole sbocconcellature nella spina posteriore, nel margine del cotile e nel pube. La piccola porzione che manca per rendere perfetta la lamina dell'ileo

---

(1) Capellini — Vertebre cervicali di una balena affine alla *Rh. byscajensis* e bacino di *Rhinoceros megarhinus*. Rend. Sess. Acc. Sc. Ist. Bol. 1870-1871, pag. 81, 82. Bologna 1871.

permette di apprezzare la grande sottigliezza della lamina stessa verso la cresta; la spina, invece di esser bifida come nel Rinoceronte unicorne dell' India, é tuberosa come nel Rinoceronte di Giava, al cui bacino in complesso grandemente somiglia l' esemplare fossile del quale si tratta. Manca un piccolo frammento in corrispondenza della tuberosità pubica, senza di che la cresta sarebbe completa.

La cavità cotiloide ha un diametro di m. 0,098 e la distanza tra il margine superiore della cavità destra e il corrispondente della cavità sinistra si può valutare m. 0,400; non potendosi indicare questa misura come rigorosa, a motivo delle piccole sbocconcellature già sopra accennate.

Il foro ovale od otturatore destro essendo integro ne ho potuto misurare il diametro anteroposteriore eguale a m. 0,098 e il diametro trasverso di m. 0,078.

L' ischio sinistro é completo, il destro manca di una parte della sua tuberosità. L' apertura pelvica ha un diametro trasverso di m. 0,270; altre misure non sono possibili mancando interamente l' ileo destro.

Avendo accennato al carattere della spina pel quale gia il Cuvier aveva notato doversi distinguere il Rinoceronte di Giava dall' ordinario rinoceronte indiano, avendo fatto osservare che il bacino del Rinoceronte di Rio Secco offre appunto questa notevole particolarità della non bifidità della spina dell' ileo, mi torna qui opportuno di ricordare che il De Christol a proposito del *Rh. megarhinus* aveva insistito sui suoi stretti rapporti con il vivente rinoceronte di Giava. Conseguentemente, il Rinoceronte bolognese pei suoi rapporti col Rinoceronte di Giava viene pure ad identificarsi col *Rh. megarhinus* di De Christol.

Frammento di omero del Colle della Casazza.

La fig. 5 della Tav. I rappresenta, a $\frac{1}{3}$ del vero, la porzione superiore di un omero sinistro proveniente dal Colle della Casazza e donato al Museo geologico dal Prof. Giuseppe Bertoloni nel Luglio 1876. Questo frammento, quantunque assai guasto anche dal lato posteriore figurato, pure ha un qualche interesse pel luogo ove fu trovato e per le sue dimensioni che ho riscontrato quasi eguali a quelle dei più colossali esemplari di *Rhinoceros pachygnatus* di Pikermi coi quali ho potuto confrontarli.

Non avendo da rilevare alcuna particolarità e trattandosi di esemplare troppo incompleto, tralascio ogni descrizione, sembrandomi che possa bastare la figura citata.

Malgrado le più accurate ricerche, nel Colle della Casazza non si trovarono altri avanzi di rinoceronte, nè mi riesci di avere esatte indicazioni

sul giacimento di questo frammento che ho motivo di credere proveniente dalle sabbie gialle argillose plioceniche, essendo in gran parte ricoperto di una crosta argillo-ferruginosa. Quanto alla specie, si tratta sempre del *Rh. megarhinus*.

Dente molare presso Montelungo.

Trattando dei resti di Mastodonte nel Bolognese, ebbi occasione di ricordare che il Signor D. Badini, curato di Vizzano, fino dal 1874 aveva pure raccolto sotto Montelungo di Musiano un bel dente di Rinoceronte (1).

Benché spezzato e mancante di piccola porzione di smalto nel denticolo anteriore esterno, quell' esemplare é sommamente interessante essendo, per ora, il solo molare superiore di Rinoceronte stato raccolto nei dintorni di Bologna.

Questo dente (Tav. I fig. 6-7) per accurati confronti con quelli del Rinoceronte di Montegioco nel Piacentino e col Rinoceronte dell' Imolese la cui serie dentaria fu descritta e figurata dal Falconer, evidentemente spetta al *Rh. megarhinus* di De Christol. Si tratta del primo vero molare o antipenultimo della mascella sinistra, ed eseguite le opportune misure e proporzioni si riconosce che corrisponde perfettamente al Rinoceronte del Piacentino un poco più piccolo dell' esemplare Imolese (2), non tanto perché si tratti di varietá od altro, ma piuttosto perché si riferisce a individuo notevolmente più giovane, quantunque neppure l' esemplare del Museo d' Imola possa ritenersi che fosse vecchissimo.

Come si puó rilevare anche dalle figure in grandezza naturale, questo dente é lungo 41 millimetri e largo 55 millimetri; é facilmente riconoscibile per la evanescenza del cingolo basale nel lato interno.

Anche di questo fossile il Museo di Bologna ha dovuto contentarsi di fare eseguire un modello, non essendo stato possibile di persuadere il proprietario D. Badini che, tenendolo presso di sé a Vizzano con molte cianfrusaglie, rischiava di vederlo sciupato e che forse un giorno sarebbe andato perduto anche per gli studiosi.

---

(1) Capellini — Resti di Mastodonti nei depositi marini pliocenici della provincia di Bologna. *Mem. della R. Accad. delle Scienze di Bologna.* Serie V, Tom. III, pag. 363. Bologna 1893.

(2) Falconer H. — Palaeontological Memoirs and Notes. Vol. II, pag. 395, Pl. 31, fig. 1. London 1868.

Ossa diverse presso Pradalbino.

Nel 1887 il Signor Torquato Costa di Anzola mi feceva avere, per esame, alcune ossa trovate in parte nel Rio Martignone e presso Pradalbino.

Quelle ossa erano state raccolte nel 1885 e 1886 da Gaetano Gandolfi proprietario della possessione Puglia, in Monte Oliveto comune di Monteveglio, e per la maggior parte erano ridotte a frammenti poco utilizzabili, ma facilmente riconoscibili per ossa di cetacei (*Balaenula, Cetotheriopsis, Tursiops,* ecc.); però esaminando attentamente in mezzo a quei resti di Talassoterii fui lieto di trovare anche porzioni di ossa di mammiferi terrestri e tra queste i seguenti avanzi riferibili al genere Rinoceronte.

1.° Piccola porzione anteriore del ramo destro della mandibola di un giovane individuo con le radici di tre premolari; è un frammento lungo circa nove centimetri, mancante della sua porzione inferiore, epperò appena riconoscibile e da ricordare.

2.° Porzione del condilo interno del femore sinistro; le estremità anteriore è integra, nel lato posteriore l' osso è rotto obliquamente e ne manca una piccola parte.

Nella porzione mediana questa faccia articolare ha un diametro di cinquantadue millimetri; per la forma differisce sensibilmente da quella che ho potuto riscontrare nel *Rh. etruscus* e nel *Rh. pachygnatus*, ma più non potrei dirne.

3.° Il corpo di una vertebra dorsale incompleto.

4.° Finalmente un bellissimo astragalo perfettamente conservato.

Quest' osso che ho creduto degno di essere figurato (Tav. I, fig. 8, 9, 10) spetta all' arto sinistro e corrisponde perfettamente all' astragalo sinistro del Rinoceronte raccolto dal Cortesi a Montegioco e di cui unitamente al corrispondente calcagno diede una cattiva rappresentazione nella Tav. II, fig. 4 (1). — L' originale del Cortesi si conserva nel Museo della R. Università di Parma; però fino dal 1861, essendomi stato comunicato per studio, potei cavarne un modello e di questo mi sono ora giovato pei confronti con lo stupendo esemplare raccolto dal Gandolfi.

L' astragalo di Rinoceronte trovato presso Pradalbino è appena appena più piccolo di quello del Rinoceronte di Montegioco, tanto che la differenza nei diametri maggiori arriva soltanto a un millimetro; il suo stato di con-

---

(1) Cortesi — Sulla scoperta dello scheletro di un quadrupede colossale fra strati marini, pag. 7, Tav. II, fig. 4. Piacenza MDCCCXXXIV.

servazione, poi, nulla lascia da desiderare ed è di gran lunga superiore a quello dell' esemplare piacentino.

La lunghezza dal lato esterno è di m. 0,080; la larghezza della puleggia tibiale, m. 0,086. La fig. 8, Tav. I, rappresenta il fossile visto per la sua faccia superiore ben conservata, la fig. 9 lo fa vedere per il lato interno e nella fig. 10 si può apprezzare la stupenda conservazione delle faccie di articolazione di quest' osso col calcagno.

Modelli e avanzi di Rinoceronti di località diverse.

Oltre ai resti di Rinoceronti del Bolognese dei quali ho finora discorso, nella ricca collezione di vertebrati fossili di questo Istituto si conservano parecchi altri avanzi dello stesso genere i quali meritano di essere per lo meno ricordati in questa circostanza, anche per vantaggio degli studiosi che avessero da ricercarli per opportuni confronti.

E anzitutto sono da menzionare la estremità superiore e la estremità inferiore di un omero destro descritti e figurati da Cuvier nella seconda edizione della sua opera sulle *Ossa fossili*. Questi due frammenti di ignota provenienza furono acquistati dall' abate Ranzani a Parigi, come narra lo stesso Cuvier cui furono comunicati per studio. Cuvier riferì questi avanzi alla stessa specie alla quale riferiva il Rinoceronte del Valdarno illustrato dal Nesti; pure quando si confrontano questi frammenti con le corrispondenti estremità di un omero di *Rh. etruscus* vi si notano sensibili differenze, mentre meglio convengono con quello del *Rh. megarhinus* De Christol.

Nella Tav. II, fig. 1 a 6, ho creduto opportuno di riprodurre le sei figure pubblicate già dal Cuvier nella Pl. X, fig. 5 a 10 del Vol. II, p. I, dell'opera più volte ricordata. Il solerte paleontologo francese si limitò a constatare che si trattava di animale adulto e che la larghezza del capo inferiore era soltanto di m. 0,118, terminando la breve nota con queste parole: *Ces morceaux achetés a Paris chez un marchand, par M. l' abbé Ranzani, sont dits avoir été trouvés en France, mais on en ignore le lieu précis* (1).

La bellissima porzione di cranio di *Rhinoceros etruscus* descritta e figurata a $1/2$ della grandezza naturale nelle Memorie paleontologiche di Falconer (2) Vol. II, pag. 363, Pl. XXIX, faceva parte del materiale paleontolo-

(1) Cuvier G. — Ossements fossiles. 2.e édit. Tom. II; p. 1.ere, pag. 79, Pl. X, fig. 5, 6, 7, 8, 9, 10. Paris 1822.

(2) Falconer H. — Palaeontological Memoirs and Notes. Vol. II, pag. 363, Pl. XXIX. London 1868.

gico raccolto, per cura del prof. Alessandrini, nel Museo di Anatomia comparata, e passato al Museo geologico nel 1861.

Questo importante esemplare (Tav. II, fig. 7) fu trovato nel 1845 a piccola distanza da Barberino del Mugello, insieme ad altri avanzi dello stesso animale.

Il signor Onorio da Barberino, veterinario allievo del prof. Alessandrini, dopo aver regalato parecchi di quei resti fossili al Museo di Anatomia comparata, riescì ad acquistare il classico esemplare del quale si tratta e nel marzo del 1847 lo inviò a Bologna.

Quando nel maggio 1861 il dott. Falconer si tratteneva in Bologna per studiare i resti di Elefanti, Mastodonti e Rinoceronti del Museo paleontologico, il prezioso esemplare si trovava già nella collezione del Museo geologico e fui lietissimo di permetterne al grande naturalista uno studio accurato, facendone anche eseguire un modello per il Museo britannico di Londra e il disegno pubblicato nella tavola XXIX dell' opera citata.

Oltre a questo importantissimo esemplare, il Museo possiede parecchi altri avanzi e modelli di esemplari classici della stessa specie, tra i quali gioverà di ricordare i denti e porzioni di mandibole provenienti da Barberino del Mugello, dal Valdarno e da Barga; il modello del cranio illustrato da Falconer (Opera cit. Vol. II, pag. 359, Pl. 28, fig. 1) e che si conserva nel Museo di Firenze e alcuni modelli dell' omero, del femore e del piede già illustrati dal Nesti e ricordati pure dal Cuvier.

Del *Rhinoceros megarhinus* De Christol vi hanno modelli dei più interessanti esemplari che si trovano nei Musei di Parma e di Imola e che sono disegnati e descritti nelle Memorie di Falconer; vi ha pure un bel modello del cranio trovato nelle sabbie di acqua dolce di Lons l' Etang presso Moras (dipartimento Drôme) ed ora nel Museo di Lione. Di questo modello ebbe pure un esemplare il Dott. Falconer nel 1858 e ne fece preparare un disegno che vedesi riprodotto nella Pl. XXXI, fig. 3 (1) nella quale è pure messa a confronto la bella serie dei molari superiori del *Rh. megarhinus* trovato in Imola con quella che si ha dello stesso animale nel Museo di Lione.

Gli editori delle memorie di Falconer, non avendo trovato note corrispondenti a quelli importanti avanzi, pregarono il Prof. Flower di volere almeno eseguire alcune misure a corredo delle figure stesse.

Questi esemplari hanno per noi particolare interesse, perchè servirono al Falconer per opportuni confronti col Rinoceronte imolese.

Del *Rhinoceros pachygnatus* Wag. del celebre giacimento di Pikermi,

---

(1) Falconer — Op. cit. Vol. II, pag. 369, Pl. XXXI, fig. 3. London 1868.

il Museo di Bologna possiede un bellissimo modello del cranio completo illustrato del Prof. H. Gaudry e per suo mezzo avuto in cambio dal Museo di Storia naturale di Parigi. — V. Gaudry: *Animaux fossiles de l'Attique.* Pl. XXVII. Paris 1862-1867.

Inoltre una bella serie di ossa assai ben conservate in parte raccolte e donate da me e in parte avute in cambio dal Museo di Atene nella circostanza del mio viaggio in Grecia nella primavera del 1872. — Meritano di essere ricordati: una bella porzione di cranio, un intero arto sinistro, un femore sinistro, tibia e perone destro, notevoli porzioni del bacino, parecchie ossa del carpo e metacarpo, e alcune ossa del metatarso.

Del *Rhinoceros occidentalis* Leidy vi hanno due bellissimi molari (l' ultimo e penultimo superiori sinistri) che ottenni nel Nebraska nella circostanza del mio viaggio in America; vi hanno pure due denti molari del *Rhinoceros nebrascensis* Leidy, donati coi precedenti nel 1864.

Il *Rhinoceros tichorhinus* Dower è rappresentato da un cranio di un vecchio individuo abbastanza ben conservato, avuto in cambio dal Museo di Pietroburgo; vi ha inoltre un discreto numero di denti provenienti da Creswell.

Del *Rh. minutus* Cuv., vi sono interessanti avanzi del celebre giacimento di Quercy, donati dal Prof. Filhol; il modello della porzione di mandibola sinistra e denti molari trovati a Nuceto e Sassello e illustrati da Gastaldi. — B. Gastaldi, Cenni sui vertebrati fossili del Piemonte, Tav. I, II, III. *Mem. della R. Accad. delle Scienze di Torino.* Serie II, Tom. XIX. Torino 1858.

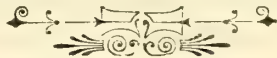
Sono quindi da ricordare il modello della mandibola di *Rhinoceros insignis* Jourdan trovata a Gannat ed ora nel Museo di Storia naturale di Lione, e il modello di una mascella di *Rhinoceros Goldfussi* Kaup., trovata a Mantscho presso Graz. Finalmente del *Rhinoceros incisivus* Cuv. il Museo possiede alcuni bellissimi denti provenienti da Issoire, nonchè altri avanzi dei giacimenti di Quercy e St. Antonin avuti in dono dal Prof. Filhol. Vi hanno inoltre i modelli dei denti trovati a Chevilly e illustrati da Cuvier. (V.[i] *Recherches sur les Ossements fossiles* Pl. VI. Paris 1822).

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

Tavola I.

Rhinoceros megarhinus Chr.

Fig. 1. — Mandibola raccolta presso Monte Biancano: Figura pubblicata dal Monti nel 1719, ridotta a $^1/_2$.
Fig. 2. — La figura dello stesso fossile, in parte liberato dalla roccia, pubblicata dall' Ab. Ranzani nel 1844, ridotta a $^1/_2$; *aa* tracce dei denti incisivi; *bb* conchiglie.
Fig. 3. — Lo stesso esemplare rappresentato come si trova attualmente, liberato dalla roccia che ne ingombrava la doccia sinfisiaria; $^1/_2$ dal vero.
Fig. 4. — Bacino scavato a Rio secco presso il Sasso; $^1/_4$ della grandezza naturale.
Fig. 5. — Omero sinistro, porzione superiore, proveniente dal colle della Casazza, $^1/_3$ dal vero.
Fig. 6. — 3° vero molare superiore sinistro, visto per la faccia superiore e rappresentato in grandezza naturale.
Fig. 7. — Lo stesso esemplare visto per la faccia anteriore.
Fig. 8. — Astragalo sinistro visto per la sua faccia superiore in grandezza $^1/_2$ dal vero.
Fig. 9. — Lo stesso osso rappresentato per il lato interno.
Fig. 10. — Lo stesso osso figurato per la sua faccia inferiore.

Tavola II.

Fig. 1, 2, 3. — Porzione superiore di omero destro illustrato da Cuvier; $^1/_6$ della gradezza naturale.
Fig. 4, 5, 6. — Estremità inferiore dello stesso osso pure illustrato da Cuvier, rappresentato a $^1/_6$ dal vero.
Fig. 7. — Porzione di cranio illustrato da Falconer, rappresentato a $^1/_2$ della sua grandezza naturale.

Fig. 1. $\frac{1}{2}$

Fig. 2. $\frac{1}{2}$

b

b

b

a a

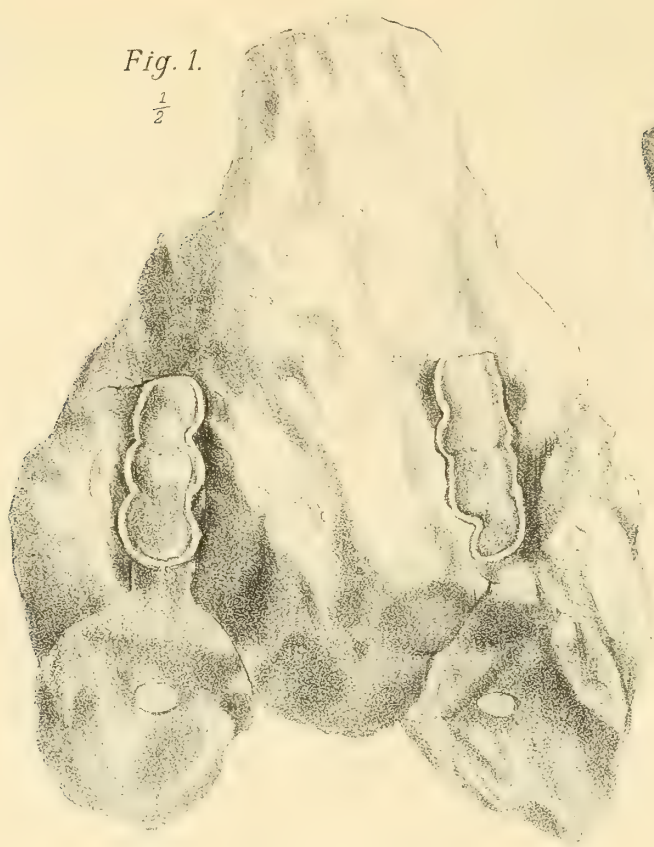
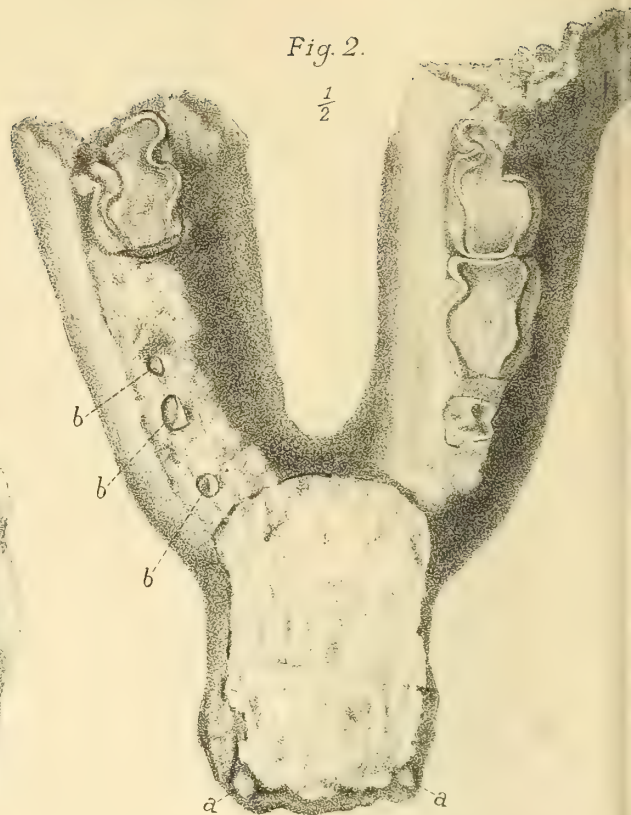



Fig. 3. $\frac{1}{2}$

Fig. 5. $\frac{1}{3}$

Fig. 6. $\frac{1}{1}$

A. Agostini dis. dal vero

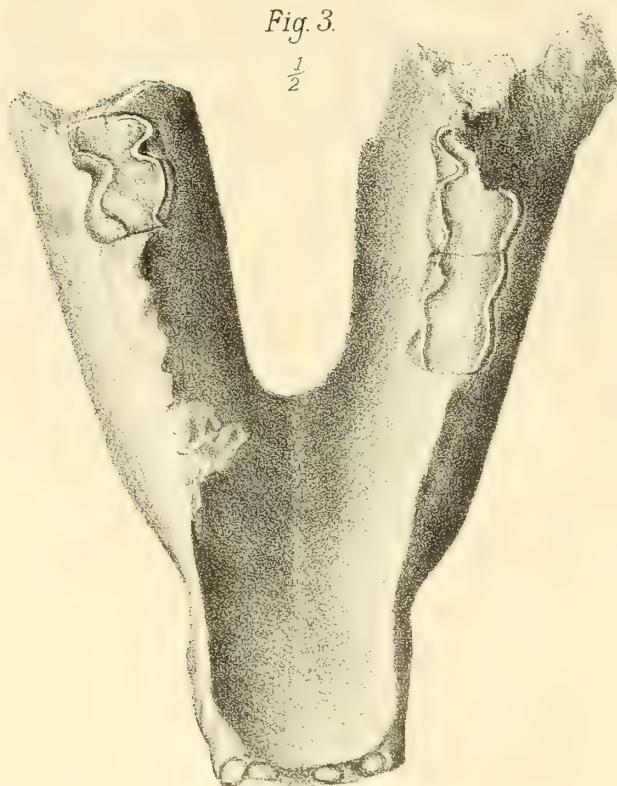
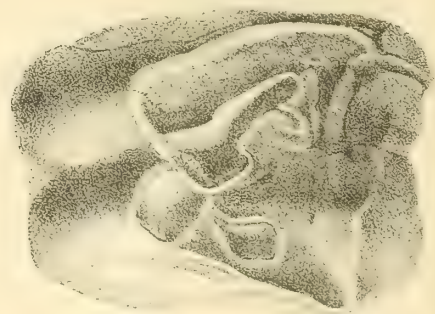



Fig. 4.
1/4

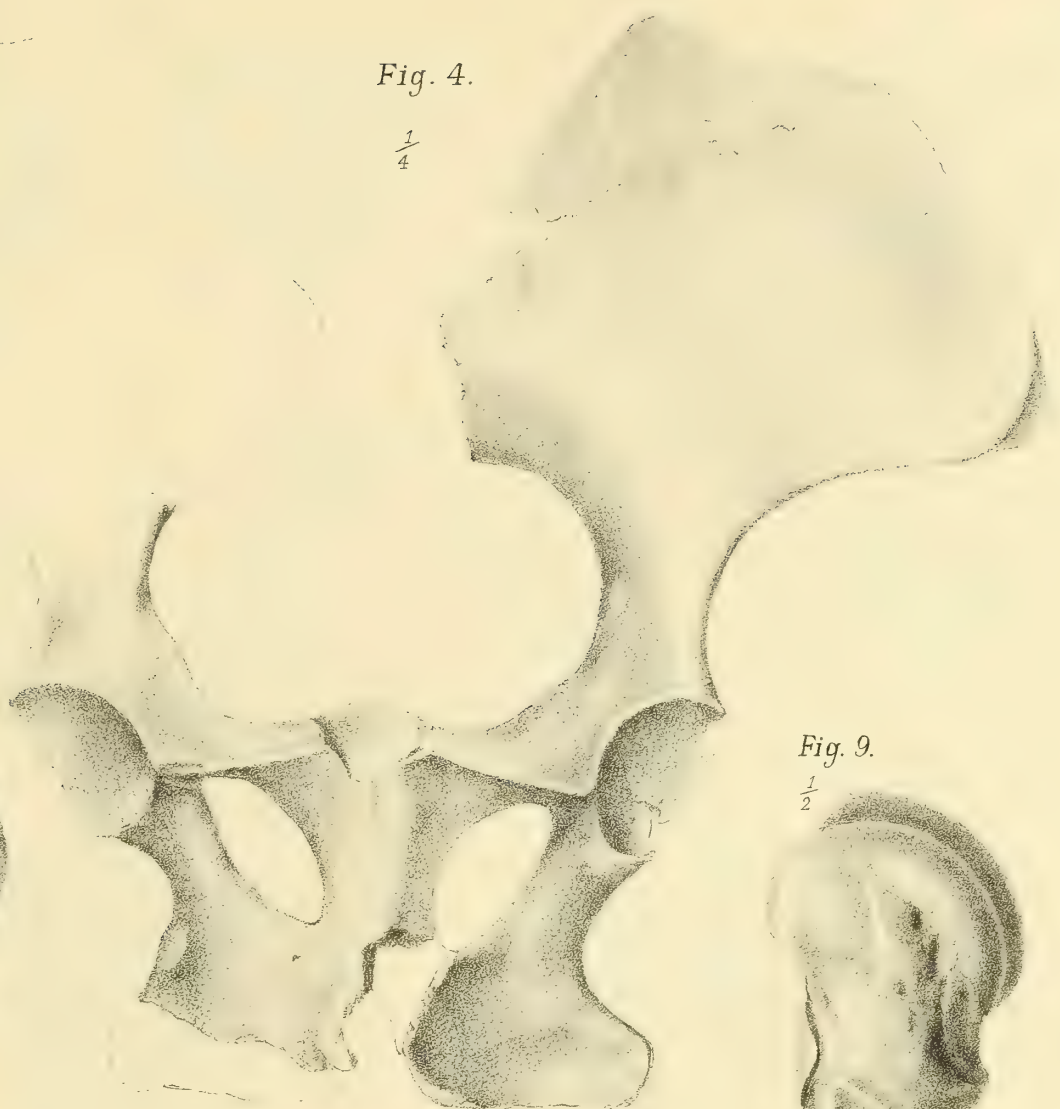
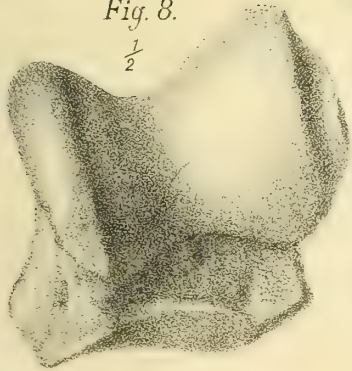
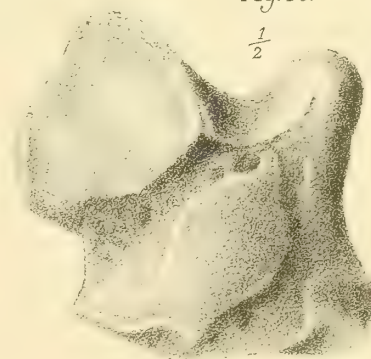
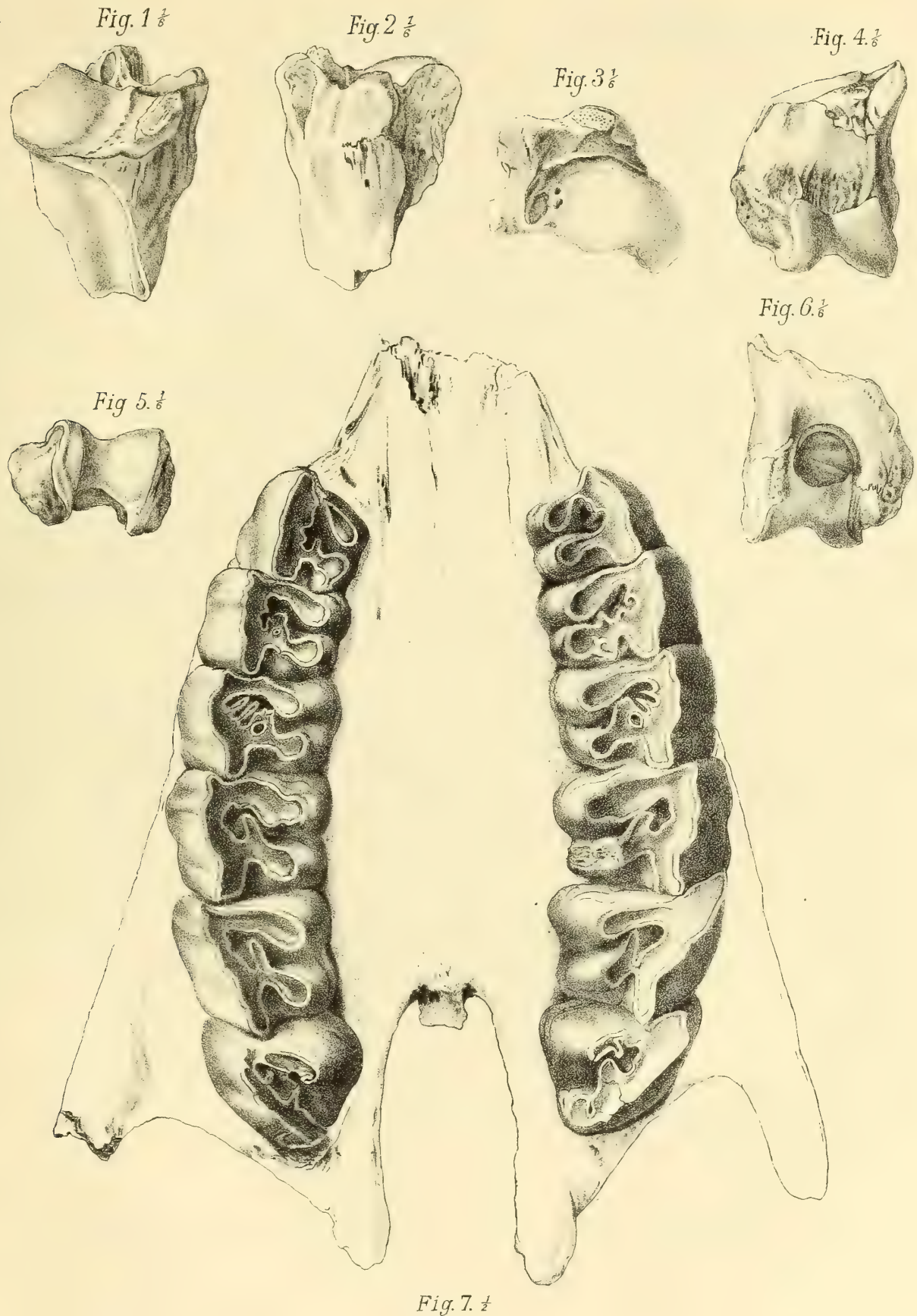
Fig. 8.
1/2

Fig. 9.
1/2

Fig. 7.
1/1

Fig. 10.
1/2

E. Contoli lit

Lit. Mazzoni e Rizzoli-Bologna

SULLA MACLURINA E FLORETINA

NOTA

DI

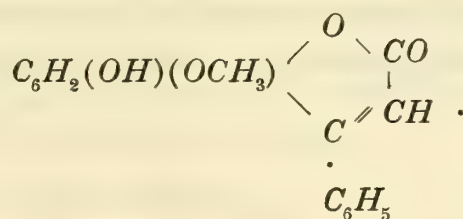
GIACOMO CIAMICIAN E PAOLO SILBER

(Letta nella Seduta del 27 Maggio 1894).

Nella nostra Memoria [1] sulla costituzione della cotoina, recentemente pubblicata, abbiamo dimostrato che questo composto, che é da riguardarsi come un etere monometilico della benzofloroglucina, dà per trattamento coll'anidride acetica oltre al derivato biacetilico una sostanza, la quale ha la composizione della diacetilcotoina meno una molecola d'acqua:

$$\underbrace{C_{18}H_{16}O_6}_{\text{diacetato di cotoina}} \qquad \underbrace{C_{18}H_{14}O_5}_{\text{nuovo composto}} .$$

Quest' ultimo, come s' é visto, non é altro che un prodotto di condensazione della cotoina con l'acido acetico e deve essere considerato come l'acetato d' una metildiossifenilcumarina, della formola:

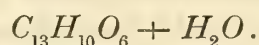
$$C_6H_2(OH)(OCH_3) \begin{array}{l} \diagup O \diagdown CO \\ \qquad\qquad | \\ \diagdown C \mathbin{/\!\!/} CH \\ \quad\ \ | \\ \quad C_6H_5 \end{array} .$$

Noi abbiamo trovato che la maclurina e la floretina danno anche esse coll'anidride acetica sostanze analoghe a quella ottenuta dalla cotoina, e

(1) *Gazzetta chimica* 24, I, pag. 407.

crediamo perciò che questi corpi abbiano costituzione simile al prodotto che deriva dalla cotoina.

Maclurina.

La sostanza greggia proveniente dalla fabbrica di E. Merck venne purificata nel seguente modo: la soluzione eterea, filtrata da un piccolo residuo insolubile a freddo nell' etere, dà per trattamento con nero animale un prodotto assai meno colorato; questo, che si deposita per concentrazione del liquido, venne fatto cristallizzare prima dall' acido acetico al 50 p.cto. e poi dall' acqua. Si ottiene così una polvere cristallina, gialla, che ha la composizione attribuitale da Hlasiwetz e Pfaundler [1], la quale venne confermata dal Benedikt [2].

Il prodotto seccato nel vuoto sull' acido solforico contiene una molecola d' acqua di cristallizzazione; all' analisi dette numeri conformi alla formola:

$$C_{13}H_{10}O_6 + H_2O.$$

I. 0,2018 gr. di sostanza dettero 0,4138 gr. di CO_2 e 0,0760 gr. di H_2O.
II. 0,1526 gr. di materia dettero 0,3116 gr. di CO_2 e 0,0564 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_{13}H_{10}O_6 + H_2O$
	I.	II.	
C	55,92	55,69	55,71
H	4,18	4,11	4,28.

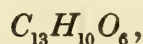
I cristalli seccata nel vuoto vennero indi deacquificati a 130-140°.

0,6216 gr. di sostanza, seccata nel vuoto, perdettero 0,0360 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{13}H_{10}O_6 + H_2O$
H_2O	5,79	6,43.

[1] *Liebigs Annalen* 127, pag. 352.
[2] Ibid. 185, pag. 117.

La maclurina anidra dette poi all'analisi numeri corrispondenti alla formola:

$$C_{13}H_{10}O_6,$$

0,1684 gr. di sostanza dettero 0,3676 gr. di CO_2 e 0,0590 gr. di H_2O.

In 100 parti:

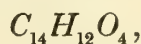
	trovato	calcolato per $C_{13}H_{10}O_6$
C	59,53	59,54
H	3,89	3,81,

che venne confermata da una determinazione del peso molecolare eseguita in soluzione acetica:

concentrazione	abbassamento	peso molecolare trovato	peso molecolare calcolato
0,6154	0°,090	267	262.

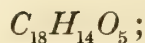
La formola proposta da Hlasiwetz è dunque perfettamente esatta. Hlasiwetz considera la maclurina come una specie d'etere composto della floroglucina coll'acido protocatecico, e questa interpretazione della costituzione della maclurina crediamo sia tutt'ora quella generalmente ammessa. Sebbene non ci sia stato possibile d'ottenere colla maclurina per trattamento colla fenilidrazina e colla idrossilammina prodotti bene definiti, pure noi siamo propensi a ritenere che la maclurina abbia con maggiore probabilità una costituzione analoga a quella della cotoina e sia, cioè, un composto chetonico. Come è noto, una simile considerazione, è stata fatta da Etti [1] per l'acido tannico della Quercus pedunculata. La nostra supposizione viene avvalorata dal fatto, che la maclurina dà per azione dell'anidride acetica ed acetato sodico un composto analogo a quello che, assieme al diacetato, si ottiene dalla cotoina.

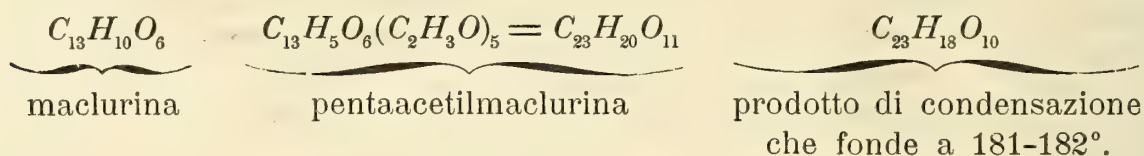
La cotoina,

$$C_{14}H_{12}O_4,$$

dà, come abbiamo dimostrato recentemente [2], un prodotto di condensa-

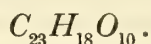
[1] *Monatshefte für Chemie* 10, pag. 647.
[2] l. c.

zione a cui spetta la formola empirica:

$$C_{18}H_{14}O_5\,;$$

la maclurina si comporta analogamente, perchè dà del pari un prodotto, che ha la composizione d'una *pentaacetilmaclurina* meno una molecola d'acqua:

$$\underbrace{C_{13}H_{10}O_6}_{\text{maclurina}} \qquad \underbrace{C_{13}H_5O_6(C_2H_3O)_5 = C_{23}H_{20}O_{11}}_{\text{pentaacetilmaclurina}} \qquad \underbrace{C_{23}H_{18}O_{10}}_{\text{prodotto di condensazione che fonde a 181-182°.}}$$

Hlasiwetz e Pfaunder [1] ottennero dalla maclurina un monoacetato oleoso, ma essi operarono col cloruro d'acetile, noi invece impiegando anidride acetica ed acetato sodico potemmo avere un prodotto cristallino, che fonde a 181-182°.

Per preparare questo composto si fa bollire 10 gr. di maclurina con 60 gr. di anidride acetica e 50 gr. di acetato sodico anidro per 5 ore a ricadere. L'anidride viene indi eliminata distillando a pressione ridotta a b. m. ed il residuo lavato con acqua bollente per sciogliere l'acetato sodico. La massa brunastra, che così si ottiene, cede all'alcool freddo una materia resinosa, che in tal modo viene asportata, e cristallizza poi dall'alcool bollente in aghi bianchi, che fondono a 181-182°.

La sua composizione corrisponde alla formola:

$$C_{23}H_{18}O_{10}\,.$$

0,1884 gr. di sostanza, seccata a 130°, diedero 0,4194 gr. di CO_2 e 0,0678 gr. di H_2O.

In 100 parti:

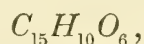
	trovato	calcolato per $C_{23}H_{18}O_{10}$
C	60,71	60,79
H	3,99	3,96 .

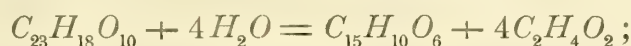
Da 10 gr. di maclurina si ebbero 6 gr. del nuovo prodotto; nell'alcool

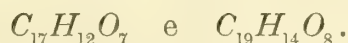
[1] *Beilstein. Handbuch der organischen Chemie* III, pag. 435.

rimane disciolta una materia resinosa che non abbiamo potuto purificare ulteriormente.

L'acetato ora descritto viene facilmente saponificato dagli alcali caustici, ma i prodotti, che così si formano, sono tanto alterabili in soluzione alcalina, che, anche operando in un'atmosfera di idrogeno, non abbiamo potuto studiarli. Per questo motivo abbiamo tentato di eseguire la saponificazione coll'acido jodidrico, che ci aveva dato buoni resultati nello studio del prodotto di condensazione derivante dalla cotoina. Coll'acetato della maclurina però sembra assai difficile ottenere la completa eliminazione dei gruppi acetilici, a meno di non voler insistere troppo nella ebollizione coll'acido jodidrico, nel quale caso poi si va incontro ad altra difficoltà, cioè alla scomposizione del fenolo cercato. Per analogia col fenolo ottenuto dalla cotoina era da aspettarsi la formazione d'un prodotto della formola:

$$C_{15}H_{10}O_6,$$

che avrebbe potuto prodursi secondo l'eguaglianza:

$$C_{23}H_{18}O_{10} + 4H_2O = C_{15}H_{10}O_6 + 4C_2H_4O_2;$$

le analisi del composto ottenuto oscillano invece fra i valori richiesti dalle formole:

$$C_{17}H_{12}O_7 \quad \text{e} \quad C_{19}H_{14}O_8.$$

Noi abbiamo bollito durante circa un pajo d'ore 4 gr. dell'acetato con 40 c. c. d'acido jodidrico del punto d'ebollizione 127°. Versando il prodotto nell'acqua ed aggiungendovi anidride solforosa per togliere il jodio libero, si depositano dopo qualche tempo squamette molto colorate, che vennero fatte cristallizzare dall'acqua bollente. Col nero animale la soluzione si scolora alquanto e dà per raffreddamento pagliette gialle, splendenti, che a 270° non fondono ancora. Sembra contengano acqua di cristallizzazione, che perdono nel vuoto o a 100°.

Le analisi dettero i seguenti resultati, a cui non possiamo attribuire che un valore molto relativo.

In 100 parti:

	trovato				calcolato per		
	I.	II.	III.	IV. [1]	$C_{15}H_{10}O_6$	$C_{17}H_{12}O_7$	$C_{19}H_{14}O_8$
C	62,15	62,20	61,86	61,14	62,93	62,19	61,62
H	3,67	3,53	3,69	3,89	3,49	3,66	3,78

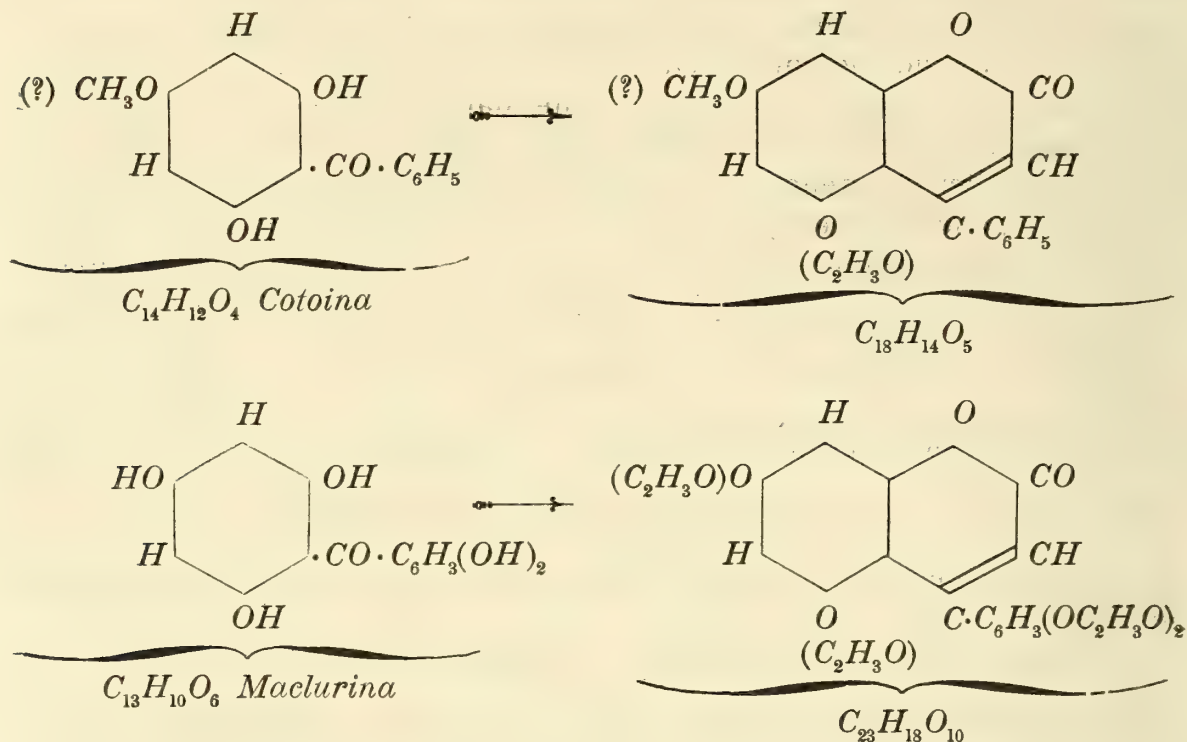
(1) Il prodotto che ha servito per quest' ultima analisi, era stato preparato con un' ebollizione meno prolungata (circa mezz'ora) dell'acetato con acido jodidrico.

Noi non osiamo nulla affermare nè rispetto alla costituzione della maclurina e meno ancora riguardo a quella dell'acetato da essa ottenuto, se però si vuole ammettere per la maclurina una costituzione analoga a quella della cotoina, sarebbero da adottarsi le seguenti formole:

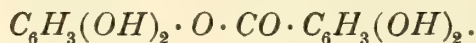
H; (?) CH_3O; OH; H; $\cdot CO \cdot C_6H_5$; OH ⟶ H; O; (?) CH_3O; CO; H; CH; O; $C \cdot C_6H_5$; (C_2H_3O)

$C_{14}H_{12}O_4$ Cotoina — $C_{18}H_{14}O_5$

H; HO; OH; H; $\cdot CO \cdot C_6H_3(OH)_2$; OH ⟶ H; O; $(C_2H_3O)O$; CO; H; CH; O; $C \cdot C_6H_3(OC_2H_3O)_2$; (C_2H_3O)

$C_{13}H_{10}O_6$ Maclurina — $C_{23}H_{18}O_{10}$

In ogni modo però crediamo d'avere dimostrato che la maclurina può formare con eliminazione di *sei* molecole d'acqua un composto che contiene *cinque* residui dell'acido acetico.

Ammettendo nella maclurina un legame anidridico si dovrebbe aspettarsi, nel miglior caso, la formazione d'un derivato tetracetilico:

$$C_6H_3(OH)_2 \cdot O \cdot CO \cdot C_6H_3(OH)_2 .$$

Floretina.

La floretina che ci ha servito nelle seguenti esperienze l'abbiamo preparata, coll'elegante metodo di Ugo Schiff [1], dalla florizina fornitaci

[1] *Liebigs Annalen der Chemie*, vol. 172, pag. 357.

dalla casa E. Merck di Darmstadt. Il prodotto venne purificato per cristallizzazione dell'acido acetico.

Abbiamo confermato la formola della floretina con la seguente analisi:

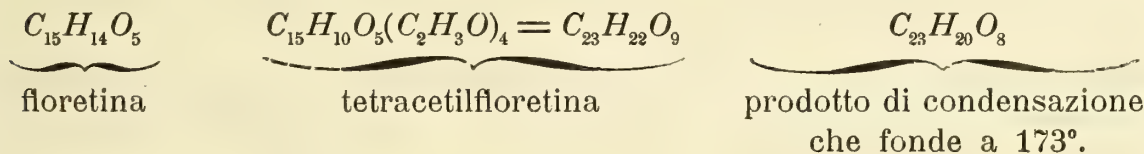
0,1980 gr. di sostanza ne dettero 0,0944 gr. di H_2O e 0,4774 gr. di CO_2.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{15}H_{14}O_5$
C	65,75	65,69
H	5,29	5,11 .

Ugo Schiff descrive una diacetilfloretina amorfa, ottenuta col cloruro d'acetile [1]. Senza dubbio l'anidride acetica in presenza d'acetato sodico anidro ha un'azione diversa da quella del cloruro d'acetile e perciò il prodotto studiato da questo chiarissimo autore non poteva essere identico al nostro.

Anche la floretina dà coll'anidride acetica ed acetato sodico, similmente alla cotoina ed alla maclurina, un composto che ha la formola d'una *tetraacetilfloretina*, meno una molecola d'acqua:

$C_{15}H_{14}O_5$	$C_{15}H_{10}O_5(C_2H_3O)_4 = C_{23}H_{22}O_9$	$C_{23}H_{20}O_8$
floretina	tetracetilfloretina	prodotto di condensazione che fonde a 173°.

Questo corpo venne preparato bollendo a ricadere 10 gr. di floretina con 65 gr. di anidride acetica e 65 gr. di acetato sodico anidro. Dopo avere distillato a pressione ridotta a b. m. l'eccesso di anidride ed esaurito il residuo con acqua bollente e poi con alcool a freddo, si fa cristallizzare la parte che resta indisciolta dall'alcool bollente. Da questo solvente, in cui é poco solubile, si separa in forma di aghi bianchi, che fondono a 170-171°.

Il prodotto così ottenuto non é perfettamente puro, perché assieme ad esso si forma un'altra sostanza, che si rinviene massime nei liquidi alcoolici, e che ha un punto di fusione più basso, 145-150°, dalla quale é assai difficile separarlo del tutto. Noi abbiamo perciò trasformato il composto acetilico nel fenolo corrispondente, per saponificazione con acido jodidrico, ed abbiamo poi preparato nuovamente l'acetato dal fenolo puro. Il prodotto

---

[1] *Liebigs Annalen der Chemie*, vol. 156, pag. 2.

riottenuto in questo modo, cristallizzato dall'alcool e dall'etere acetico, fonde a 173° e dà all'analisi resultati migliori.

Con questa sostanza venne eseguita la terza delle analisi, che qui riportiamo.

I. 0,1836 gr. di sostanza dettero 0,4344 gr. di CO_2 e 0,0772 gr. di H_2O.
II. 0,1862 gr. di sostanza dettero 0,4404 gr. di CO_2 e 0,0802 gr. di H_2O.
III. 0,1734 gr. di sostanza dettero 0,4118 gr. di CO_2 e 0,0773 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato			calcolato per $C_{23}H_{20}O_8$
	I.	II.	III.	
C	64,53	64,50	64,77	65,09
H	4,66	4,78	4,95	4,76.

Il nuovo composto è solubile nell'etere ed a caldo nell'alcool, nell'etere acetico, nell'acetone, nel benzolo e nell'acido acetico. Per raffreddamento si separa da tutti questi solventi quasi completamente.

Bollendo per circa mezz'ora il composto acetilico ora descritto con 10 volte il suo peso d'acido jodidrico (p. eb. 127°), si ottiene, versando il liquido nell'acqua ed aggiungendovi anidride solforosa, un precipitato resinoso, che però dopo qualche tempo si trasforma in una massa cristallina. Il prodotto cristallizza dall'acido acetico al 50 p.cto. in aghi debolmente colorati in giallo, che fondono a 213°.

All'analisi dettero numeri conformi alla formola:

$$C_{17}H_{14}O_5 .$$

0,2162 gr. di sostanza dettero 0,5422 gr. di CO_2 e 0,0918 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{17}H_{14}O_5$
C	68,39	68,45
H	4,72	4,69.

Il nuovo composto è solubile nell'alcool, nell'etere, nell'acido acetico e nell'etere acetico ed insolubile nell'etere di petrolio. Gli idrati ed i carbonati alcalini lo sciolgono. In soluzione idro-alcoolica dà col cloruro ferrico una colorazione rossastra.

Per ebollizione con anidride acetica ed acetato sodico, si riottiene, come s' è detto, l'acetato che fonde a 173°.

Volendo ammettere anche per la floretina una costituzione analoga a quella della cotoina, si potrebbero attribuire ai composti ora descritti le seguenti formole:

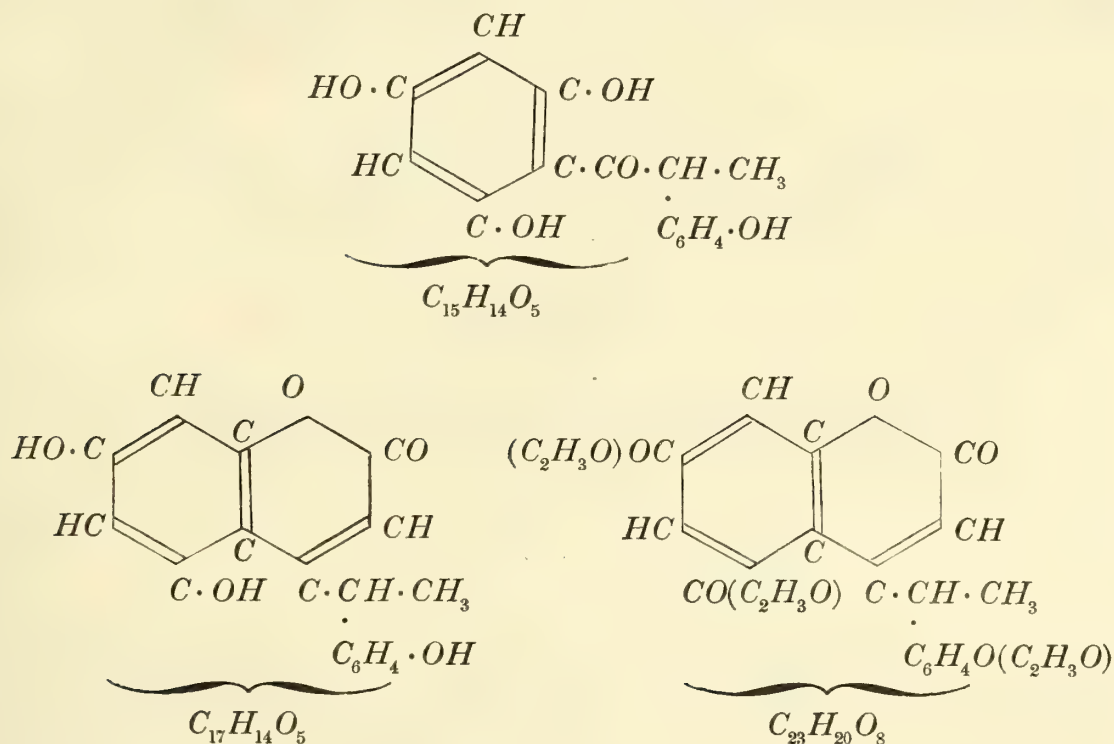
CH
$HO \cdot C$ $C \cdot OH$
HC $C \cdot CO \cdot CH \cdot CH_3$
$C \cdot OH$ $C_6H_4 \cdot OH$

$$C_{15}H_{14}O_5$$

CH O
$HO \cdot C$ C CO
HC C CH
$C \cdot OH$ $C \cdot CH \cdot CH_3$
$C_6H_4 \cdot OH$

$$C_{17}H_{14}O_5$$

CH O
$(C_2H_3O)OC$ C CO
HC C CH
$CO(C_2H_3O)$ $C \cdot CH \cdot CH_3$
$C_6H_4O(C_2H_3O)$

$$C_{23}H_{20}O_8$$

che noi naturalmente non crediamo ancora sufficientemente dimostrate.

RICERCHE SULLO SVILUPPO EVOLUTIVO

DI DUE SPECIE NUOVE DI FUNGHI

LAGENIDIUM PAPILLOSUM ED EXOASCUS FLAVO-AUREUS

E SUL PARASSITISMO

DELLA PHOMA UNCINULÆ SULL' UNCINULA ADUNCA LÉV.

MEMORIA

DEL

PROF. GIROLAMO COCCONI

(CON UNA TAVOLA)

(Letta nella Seduta del 27 Maggio 1894).

Il presente lavoro ha per oggetto lo studio dello sviluppo di alcuni interessanti fungilli, i quali sono dati da una Ancilistacea, il *Lagenidium papillosum*; da un' Exoascacea, l' *Exoascus flavo-aureus*, ed infine da uno spermogonio parassita dell' *Uncinula adunca*, il quale appartiene al gen. *Phoma* (*Ph. Uncinulæ*).

Non v' ha chi disconosca la fondamentale importanza che hanno gli studi sul ciclo evolutivo delle specie per la definizione dei loro rapporti di affinità e per procedere poi ad una razionale Classificazione delle forme viventi. Ed é per questo che le ricerche e le osservazioni quì riferite riescono particolarmente interessanti, specialmente riguardo al *Lagenidium papillosum*, appartenendo esso ad una Famiglia molto scarsa in rappresentanti e ben poco conosciuta, per cui si perviene così all' importante risultato di confermare o di completare alcune fasi vitali finora dubbie ed imperfettamente conosciute.

I.

Lagenidium papillosum sp. n.

(fig. 1-3.).

Questo fungillo si poté osservare con qualche abbondanza in alcuni filamenti di un' Alga appartenente al gen. *Spirogyra*, di specie peró indeterminabile stante le profonde alterazioni dall' alga presentate nei singoli segmenti od articoli. In alcuni di questi le alterazioni erano tanto rilevanti che i cloroplasti caratteristici delle Spirogire, (perché formanti tanti nastri spirali) erano puó dirsi irriconoscibili, essendo ridotti a tanti cumuli piú o meno grandi ed irregolari e sparsi qua e lá nella sostanza fondamentale protoplasmica delle cellule costituenti i filamenti delle Spirogire (fig. 1, *cl.*).

Accanto a queste alterazioni cosí cospicue dei corpi clorofillofori o cloroplasti, se ne osservavano altrettante nel plasma dei singoli segmenti, per cui questo presentavasi ridotto ad una massa molto acquosa, scarsamente granulosa e per ció contenente tenui quantitá di sostanze albuminoidi; del nucleo non si vedeva piú traccia, od almeno i suoi resti erano chimicamente non distinguibili.

A prima vista dunque riconoscevansi i filamenti di Spirogira aventi nel loro interno il parassita predetto; ed anche al microscopio si discernevano benissimo questi filamenti principalmente pel loro colorito verde pallidissimo, in taluni casi anche giallastro. E furono appunto questi filamenti cosí decolorati e che per ció chiaramente dimostravano una vita languente, che attirarono l' attenzione.

Sottoposti al microscopio i fili cosí alterati di Spirogira, subito si scorgeva che anche nei tratti in cui le alterazioni nel plasma e nei corpi clorofillofori erano maggiori, la forma generale dei singoli articoli o segmenti era conservata invariata (fig. 1.). Anche la parete cellulare era pure normale, se si toglie qualche lieve assottigliamento in vari punti, indizio questo forse di un' incipiente corrosione della parete cellulare per l' azione di quanto ora si procede a studiare.

Il modo piú frequente con cui si presenta il fungillo parassita é quello di un micelio costituito da un filamento la cui lunghezza giammai perviene ad uguagliare quella del segmento dell' Alga (fig. 1, *m.*). Detto filamento od ifo presentasi a decorso piú o meno marcatamente flessuoso, ma in niun caso peró dimostrasi ravvolto o ripiegato su sé stesso; dapprima é continuo, cioé non septato, ma quando disponesi alla riproduzione od alla fruttificazione, allora si segmenta a regolari distanze.

La sua membrana è molto sottile e perfettamente incolora e non presenta giammai la reazione della cellulosa sia che venga trattata coll'acido solforico e colla tintura di jodio, ovvero col cloroioduro di zinco. Questo fatto è molto importante, giacchè nei Ficomiceti spesso si osserva mantenuto il carattere della cellulosa nella loro membrana.

Il contenuto è molto denso e finamente granuloso e rivelasi formato da cospicue quantità di sostanze albuminoidi; non si ha però la genuina reazione di queste, massime se trattate colla tintura di jodio, giacchè mescolate ad esse si osservano sempre proporzioni più o meno rilevanti di quella forma di zucchero che è il glicogeno. Il nucleo non potè mai mettersi chiaramente in rilievo; talvolta osservaronsi corpuscoli più o meno regolari, uno per ogni cellula, ma essi non presentarono con certezza la caratteristica reazione della nucleina.

Ciascun individuo del fungo forma gli organi sessuali in una maniera semplicissima. Un articolo o cellula del filamento si ingrossa notevolmente ed assume una forma globosa e costituisce l'*oogonio* (fig. 1, *o.*); il suo contenuto si differenzia in due parti nettamente distinte. La porzione centrale assume forma sferica, e presentasi costituita da un plasma densamente granuloso nucleato nel suo centro, e sprovvisto di parete cellulare; solamente alla sua superficie notasi uno straterello più denso del rimanente plasma, il quale coll'uso di appropriati reagenti appare formato da semplice sostanza protoplasmica condensata.

Alla periferia di questo corpuscolo centrale dell'oogonio che non è che l'*oosfera* (fig. 1, *of.*), cioè l'elemento sessuale femminile, si nota uno strato periferico di plasma molto acquoso, al quale puossi applicare la denominazione di *periplasma* (fig. 2, *r.*).

A distanza più o meno grande dall'Oogonio, si dirama dal filamento del fungillo un filamento piuttosto breve, il quale tende ad applicarsi contro la parete dell'oogonio, e contro questa infatti sviluppa una papilla coniforme acuminata in forma di esile becco; questa formazione non è altro che l'*Anteridio* (fig. 1, *a.*). Nel plasma di questo organo sessuale maschile si rileva un piccolo nucleo, nella sostanza del quale non si potè riconoscere alcuna differenziazione.

Allorchè l'Oogonio e l'Anteridio sono maturi, manifestasi l'atto della fecondazione. L'Anteridio applicasi strettamente col suo becco contro l'Oogonio (fig. 1, *a*, *of.*), nel punto di contatto la membrana dell'Oogonio viene disciolta e così la porzione terminale penetra nell'interno di quello, attraversa il periplasma e viene ad apporsi intimamente contro lo strato plasmatico più esterno o corticale, il quale pure viene attraversato. Effettuati questi passaggi avviene il processo della fecondazione. Se tutta la sostanza plasmica dell'Anteridio, congiuntamente al nucleo attraversa in via diosmo-

tica la membrana della porzione apicale dell'Anteridio stesso, ovvero se in questa porzione di membrana verificasi una dissoluzione, per cui il contenuto dell'organo maschile puó liberamente migrare nel corpo dell'oosfera, non si é potuto bene accertare. È un fatto peró che dopo poche ore dacché l'Anteridio trovasi a contatto dell'Oogonio, il plasma dell'oosfera diventa più denso ed opaco, si contrae alquanto e mostra contorni assai meglio delineati di fronte al periplasma, contrazione questa che indica essere già avvenuta una fusione, una compenetrazione reciproca nei due plasmi sessuali, maschile e femminile.

Avvenuta la fecondazione, l'oosfera ben presto si circonda di parete, mentre l'Anteridio a poco a poco va perdendosi, inquantoché la sua membrana si avvizzisce, il suo contenuto scompare totalmente e dopo circa un giorno o due si disgrega in tante porzioni, finché si distrugge interamente.

Nel fungillo disegnato nella fig. 1, scorgesi che nello stesso individuo ha avuto luogo la formazione di due organi sessuali femminili a diverso grado peró di etá; anzi contemporaneamente osservasi il processo della fecondazione ed una oospora formata in seguito ai fatti della fecondazione.

Concretata l'intima fusione fra il plasma maschile ed il femminile, vedesi come s'é detto, che l'oosfera si circonda di membrana, la quale a poco a poco s'inspessisce e diventa di un colore bruno tendente un po'al giallastro, mentre alla sua superficie sviluppa numerosissime papille bene visibili (fig. 1, *os.*). Questa membrana é benissimo differenziata in due strati: l'esterno od episporio porta le papille precedentemente descritte; l'interno é molto sottile, conserva la natura cellulosica e mostrasi incoloro.

Dopo la formazione delle oospore, ché tali sono appunto gli organi precedentemente descritti, il micelio gradatamente si distrugge e le oospore perció si isolano e si rendono libere, in seguito anche alla dissoluzione della parete dell'oogonio.

Contemporaneamente alla formazione delle oospore, si puó verificare nell'interno dello stesso segmento dell'Alga la forma riproduttiva asessuata del fungillo in esame, come benissimo vedesi nella fig. 1. Quivi osservasi un zoosporangio lungamente peduncolato col filamento radicale immerso nel plasma della cellula ospite; la grande cellula madre che poi si svilupperá nel zoosporangio, ha forma globulosa, e si sviluppa fuori della cellula dell'Alga. All'epoca della maturitá, il protoplasma del zoosporangio (fig. 1, *zs.*) si divide in numerose zoospore, le quali pervengono all' esterno mediante dissoluzione di punti circoscritti della parete della cellula madre, e si presentano sotto forma di corpuscoli energicamente moventisi nell' acqua, aventi configurazione piriforme, e provvisti di due ciglia vibrattili. (fig. 1, *z.*).

Trascorso un po'di tempo, dacché le dette zoospore si sono mosse nell'acqua, il movimento diviene più lento finché cessa interamente; le

due ciglia vengono ritirate e la zoospora acquista forma globulosa, e da ultimo si circonda di un esile velamento di cellulosa.

È evidente che le dette zoospore coi zoosporangi appartengono al ciclo evolutivo del fungillo più sopra descritto, poiché in un caso fu dato di osservare che da uno stesso micelio formavansi le oospore colla fase degli organi sessuali precedentemente necessaria, ed i zoosporangi. Quindi, nonostante non si potesse osservare alcun ulteriore sviluppo delle zoospore incistidate, per cui non si poté assodare in via *genetica* che la forma a zoosporangi appartiene al ciclo evolutivo del *Lagenidium papillosum*, non si può mettere in dubbio che tanto la forma sessuale che conduce alla costituzione delle oospore, che quella agama cioè a zoosporangi, non sono che due manifestazioni diverse dello stesso fungillo. Scorgesi però chiaramente che la coesistenza delle due forme riproduttive in uno stesso micelio, è un fenomeno molto raro; in generale notansi le due forme rispettivamente distinte, però è incomparabilmente più frequente il modo di riproduzione sessuale.

Notisi poi che in molti segmenti fu dato di rinvenire numerosi tratti di micelio sterile, il quale per la sua forma, dimensione e pei suoi caratteri, apparteneva evidentemente al fungillo in questione.

Fu tentata la coltivazione delle zoospore nell' acqua sui vetrini portoggetti: ma sebbene si tenessero in osservazione per molto tempo, circa cinque settimane, non si poté constatare alcuna fase evolutiva dopo quella già accennata della formazione della membrana, ovvero dell' incistidamento delle zoospore; queste rimanevano inerti ed immobili. Certamente si richiederà un lungo periodo di quiescenza affinché tali spore possano essere atte al germogliamento, per dare origine o alla forma a zoosporangi o a quella sessuata.

Il carattere della presenza delle papille nell' episporio, e le altre differenze che esistono fra la specie in esame e la forma ad esso più affine, il *Lagenidium Rabenhorstii* Zopf, (il quale pure vive parassita nei filamenti di *Spirogyra*) autorizzano a proporre il fungillo in quistione come una specie nuova, la quale, in ragione della presenza delle papille sulla parete delle oospore, può congruamente denominarsi *L. papillosum.*

Il *Lagenidium Rabenhorstii* stando a quanto ne descrive il Tavel (1), si differenzia dalla specie studiata, astrazion fatta dall' episporio papilloso, per un sistema miceliale più sviluppato e pel fatto che la forma sessuale riscontrasi abitualmente isolata nei singoli segmenti di Spirogira.

Una congettura molto plausibile si è che, come nel *L. Rabenhorstii*,

---

(1) J. von Tavel — *Vergleichende Morphologie der Pilze* — Jena 1892.

anche nel *L. papillosum* le zoospore penetrino nell' interno della cellula dell' Alga ospite, disciogliendo innanzi a sè la membrana della cellula di Spirogira, entro la quale poi germoglierebbero per riprodurre il fungillo.

II.

Exoascus flavo-aureus sp. n.

(fig. 4-5.).

Numerose sono le specie appartenenti al gen. *Exoascus* Fuckel. La specie della quale ora si passa allo studio merita particolare considerazione sì per le gravi alterazioni che produce, come anche per l' importanza morfologica che presenta, segnando il passaggio o l' anello di congiunzione fra due gruppi del gen. *Exoascus.*

Nello scorso estate nei dintorni di Bologna (Corticella) venne osservato nelle foglie di *Populus pyramidalis* Roz. una malattia la quale manifestavasi sotto forma di tante macchie di un bel color giallo d' oro, le quali avevano un contorno irregolare e la loro presenza provocava degli storcimenti e delle torsioni nella lamina fogliare.

Praticando una sezione trasversa nelle foglie in corrispondenza ai punti più malati, notaronsi i seguenti fatti: anzitutto un fungillo parassita, ciascun individuo del quale, formato da un asco piuttosto voluminoso, avente forma cilindrica ma alquanto irregolare, giacchè la sua porzione terminale è leggermente ingrossata (fig. 4, *a.*). La parte inferiore di questo asco è peduncolata, e mediante questo filamento radicale trovasi insinuata fra le cellule epidermiche (fig. 4, *f.r.*). Però in non pochi aschi osservasi che detta appendice radicale presentasi molto ridotta in volume, talchè non poche volte vedesi costituita dalla semplice base dell' asco acuminato in una tenue papilla; in questa ultima forma può dunque dirsi quasi interamente soppressa la differenziazione di un filamento radicale nell' asco.

L'asco completamente evoluto è costituito di 8 ascospore ovoidali, le quali presentano il fenomeno curiosissimo di trovarsi nella fase della gemmazione (fig. 4, *a.*). Questo fatto però non è mai molto accentuato entro l' asco; se invece si determina la lacerazione della parete di questo, le singole ascospore pervengono allo stato di libertà, e se nel liquido di coltivazione si aggiungono bastevoli proporzioni di zucchero, allora le ascospore entrano in un energico processo di gemmazione, in seguito al quale si costituiscono colonie gemmulari più o meno lunghe, semplici o ramificate (fig. 5.).

Le otto ascospore sono avvolte da una sostanza (l'epiplasma) protoplasmica, la quale contiene in notevole proporzione del glicogeno. L'appendice rizoide contiene una sostanza ialina sommamente acquosa.

Sono interessanti pel loro notevole grado le alterazioni riscontrate nelle cellule epidermiche delle foglie e nel parenchima immediatamente sottostante. Il protoplasma è ridotto ad un piccolo cumulo di una sostanza pressochè omogenea, la quale talora presenta una o poche granulazioni grosse, che certamente sono date dalla regressione o dal disfacimento del nucleo (fig. 4, *e.*, *pr.*); questa sostanza reagisce poco sensibilmente ai reagenti degli albuminoidi. I cloroplasti sono interamente scomparsi, almeno nei tratti in cui il fungillo è maggiormente addensato nei suoi individui; con questo si spiega il colore giallognolo che si nota nella faccia della foglia opposta a quella occupata dal fungillo.

Nella fig. 4, *a. i.* osservasi eziandio il modo di sviluppo degli aschi, il quale non presenta notevoli varianti di fronte a quello comune e consueto degli altri aschi. La sostanza fondamentale protoplasmica differenziasi in epiplasma ed in protoplasma propriamente detto, il quale ultimo viene utilizzato per la formazione delle ascospore. Dapprima compajono otto nuclei, attorno ad ognuno dei quali gradatamente si deposita uno strato di sostanza protoplasmica, ed infine questa si secerne alla propria superficie una membrana. È un fatto importante che l' appendice rizoidale, quando esiste, si differenzi sempre anteriormente alla costituzione delle ascospore.

La deiscenza degli aschi effettuasi in generale nella porzione loro terminale in seguito allo scoppio dell' asco che si produce per l' assorbimento di considerevoli quantità di acqua nell' interno degli aschi stessi. Però alcune volte si potè osservare la deiscenza avvenire per liquefazione o gelatinificazione della membrana in tutti i punti di questa.

Premessa questa succinta descrizione del fungillo maturo, dando un'occhiata alle forme incluse nel gen. *Exoascus* notiamo che in parte di queste il micelio perennante si estende nella primavera negli spazi intercellulari dei giovani germogli della pianta infetta; e che gl' ifi fertili vengono tutti consumati nella formazione degli aschi; gli aschi maturi stanno fra loro densamente avvicinati e presentano un' appendice rizoide, la quale è separata dall' asco mediante un sepimento trasverso. Invece nell' altro gruppo di specie di *Exoascus* abbiamo che il micelio si diffonde nei giovani germogli solamente fra le cellule epidermiche e la cuticola.

Convien escludere il primo gruppo di forme, giacchè nella specie in quistione non si osserva il fatto caratteristico di quello, ma bensì si ha che il micelio è localizzato fra la cuticola e le cellule epidermiche, come si è potuto verificare molte volte; non solo, ma nella specie ora descritta notasi che gl' ifi fertili vengono tutti impiegati nella formazione degli aschi, i

quali in alcune specie sono penduncolati, cioè portano un filamento rizoidale, mentre in altre manca questo filamento.

Anzi è appunto sulla presenza o mancanza di questa appendice rizoidale che il Winter (1) distingue alcune specie di *Exoascus* da altre e cioè l' *E. alnitorquus* (Tul.) Sab., *E. turgidus* Sab., *E. flavus* Sab., *E. Betulae* Fuck.; dall'*E. aureus* (Pers.) Sab., *E. coerulescens* (Desm. et Mont.) Sab., *E. Carpini* Rostr., *E. epiphyllus* Sab. ed *E. Ulmi* Fuck. Ora dopo quanto si è osservato nella specie in questione, risulta molto chiaramente il poco o niun valore che ha il carattere dell' appendice rizoidale per distinguere gruppi di specie di *Exoascus* da altri.

Pel principale carattere delle gradazioni che si riscontrano nello sviluppo del filamento rizoidale, e per alcuni caratteri che sono in certo modo comuni all'*Exoascus flavus* Sab. ed all'*E. aureus* (Pers.) Sab., la presente specie viene creduta nuova e colla denominazione specifica di *flavo-aureus*, la quale denota non solo la comunanza di alcuni caratteri colle due forme accennate, ma mette in rilievo il fatto più importante che è quello della gradazione lenta ed insensibile che puossi verificare tra forme aventi aschi lungamente peduncolati ed altre in cui gli aschi sono, può dirsi, sessili.

III.

Parassitismo della **Phoma Uncinulæ** sp. n. sull' **Uncinula adunca** Lév.

(fig. 6-7.).

Rari e molto curiosi sono i casi in cui forme di spermogonii crescono parassite sui periteci di fungilli Erisifei. Recentemente venne trovata una specie di *Phyllosticta* parassita della *Phyllactinia suffulta* (Rebent.) Winter. È singolare il fatto del parassitismo fra le Erisifee e gli spermogoni, specialmente per l' alto grado di consistenza che presenta il pseudoparenchima fittissimo componente la parete dei periteci, per cui parrebbe che questa dovesse essere refrattaria allo sviluppo di fungilli spermogoniali parassiti. Conviene dunque necessariamente ammettere che i rapporti fra il fungillo ospite e quello parassita, che poi conduranno alla forma di simbiosi che ora si passa a descrivere, si stabiliscano allorché l' Erisifea trovasi nello stadio giovanile della sua esistenza.

---

(1) Rabenhorst's Kryptogamen Flora von Deutschland, Osterreich. u. der Schweiz. — I B. II Abtheil., Pilze. von Doct. G. Winter, pag. 8.

L' *Uncinula adunca* di cui qui si procede allo studio fu raccolta abbondantemente nello scorso estate sulle foglie di *Populus alba.* In alcuni periteci venne riscontrato uno spermogonio parassita, il quale ha i seguenti caratteri (fig. 6, *pa.*).

La parete presentasi membranacea e colorata in un bruno nerastro; la forma degli spermogoni é press' a poco ovoidale ed al loro apice presentano un piccolo poro od ostiolo, pel quale sortono gli spermazii riuniti insieme in modo da formare un lungo budello che poi si espande, giacché gli spermazii sono messi in libertà in seguito alla dissoluzione della gelatina che li manteneva uniti. La forma degli spermazii é ovoidale oblunga, inoltre questi elementi si presentano ialini, e mostrano due gocciolette minutissime di olio alle loro due estremità (fig. 7.).

Se per una parte é evidente che la forma parassita ora descritta appartiene al gen. *Phoma*, lo stesso grado di certezza non puó aversi relativamente allo stabilire la forma specifica. Tenuto conto peró del fatto che la specie in questione si presenta parassita sopra una Erisifea, é necessario mettere in rilievo questa importante particolarità biologica coll' istituirne una specie nuova, il cui nome é appunto tolto da quello del fungillo ospite, e cioé *Phoma Uncinulæ.*

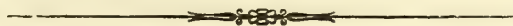
Presenta molto interesse il fatto che in taluni casi in cui gli spermogoni parassiti erano alquanto più sviluppati del consueto, ed avevano dato origine a numerosi spermazii, i periteci dell' Uncinula presentavano un numero molto scarso di aschi, e talora il numero di questi vedevasi ridotto a due, nei quali le ascospore si erano arrestate ad un basso grado di sviluppo, per cui erano affatto incapaci di germinare onde riprodurre gl' individui di Uncinula. Questa sterilità completa che alcune volte poté molto chiaramente dimostrarsi nei periteci di Uncinula, é assai importante, ed é molto ovvio il ritenere che la causa di essa sia il fatto del parassitismo della specie di *Phoma* più sopra descritta.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

Fig. 1-3 — Ciclo evolutivo del *Lagenidium papillosum* sp. n.

Fig. 1 — Un segmento od articolo di un filamento di una *Spirogyra* indeterminabile, stante le profonde alterazioni che quest' Alga presenta nel proprio contenuto protoplasmico e nei cloroplasti — × 820.

p — protoplasma della cellula ospite di *Spirogyra,* il quale presentasi assai acquoso e molto depauperato nelle sostanze albuminoidi costituenti, per cui appare cospicuamente acquoso o scarsamente granuloso.

cl — avanzi irregolarmente globosi dei cloroplasti spirali caratteristici dell' Alga suddetta; questi cloroplasti, hanno subito un processo marcatissimo, di dissoluzione, per cui sono ridotti e disgregati in tanti cumuli di un verde pallido e di varia dimensione.

m — micelio del fungo parassita (*Lagenidium papillosum*), che si presenta sotto forma di un filamento septato a regolari distanze e talora ramificato.

og — Oogonio od apparato sessuale femminile, il quale nel suo interno contiene una massa sferica di protoplasma che è l' oosfera od elemento sessuale femminile, che presentasi nucleata.

of — Oosfera.

a — Anteridio che proviene da un filamento diramatosi a breve distanza dal filamento generale del fungo. L' Anteridio ha la forma come di becco, e vedesi già penetrato nella sostanza dell' oosfera

o — Oogonio sul quale la oosfera ha già subita la fecondazione e si è cangiata in oospora, la quale, come vedesi chiaramente sulla figura, mostra un episporio spiccatamente papilloso, caratteristico della specie.

zs — Zoosporangio appartenente al ciclo evolutivo del fungillo parassita. La maggior parte delle sue zoospore sono già state evacuate.

z — Zoospore bicigliate.

f — Filamento radicale del zoosporangio, il quale è immerso nella sostanza protoplasmica della cellula dell' Alga.

Fig. 2 — Oogonio visto ad un maggior ingrandimento — × 1260.

o — Parete dell' oogonio.

os — Ospora.

r — Residuo del protoplasma della cellula oogoniale.

m — Filamento miceliale tuttora connesso coll' oogonio.

Fig. 3 — Oospora matura vista in rilievo — × 1260.

Fig. 4-5 — Sviluppo dell' *Exoascus flavo-aureus* sp. nova.

Fig. 4 — Sez. trasversale di una foglia di *Populus pyramidalis* affetta dall'*Exoascus flavo-aureus* — × 610.

a — Asco con otto ascospore, alcune delle quali presentano il fenomeno della gemmazione.

ai — Asco immaturo nel quale si riscontrano otto nuclei. Il plasma è circondato da uno strato di epiplasma.

fr — Filamento radicale degli Aschi.

e — Epidermide, in una cellula di questa osservasi il protoplasma alterato dall' azione del parassita.

pr — Parenchima verde sottostante notevolmente alterato; i cloroplasti sono scomparsi, e non è rimasto che un cumulo di plasma molto acquoso.

Fig. 5 — Alcune colonie gemmulari prodotte dalle ascospore disseminate in soluzioni zuccherine — × 720.

Fig. 6-7 — Parassitismo della *Phoma Uncinulae* sp. n. sull' *Uncinula adunca* Lév.

Fig. 6 — Un individuo di *Uncinula adunca* Fries, il quale alla sua superficie porta uno spermogonio della *Phoma Uncinulæ*.

pa — Spermogonio parassita dato dalla *Phoma Uncinulæ*.

sp — Spermazii uniloculari — × 320.

Fig. 7 — Spermogonio molto più ingrandito.

sp — Massa degli sporidi uscita dagli spermogoni ed avvolta da una sostanza gelatinosa — × 580.

Fig. 1.ª
cl
zs
f
z
p
o
m
og
a
of

Fig. 2.ª
o
os
r
m

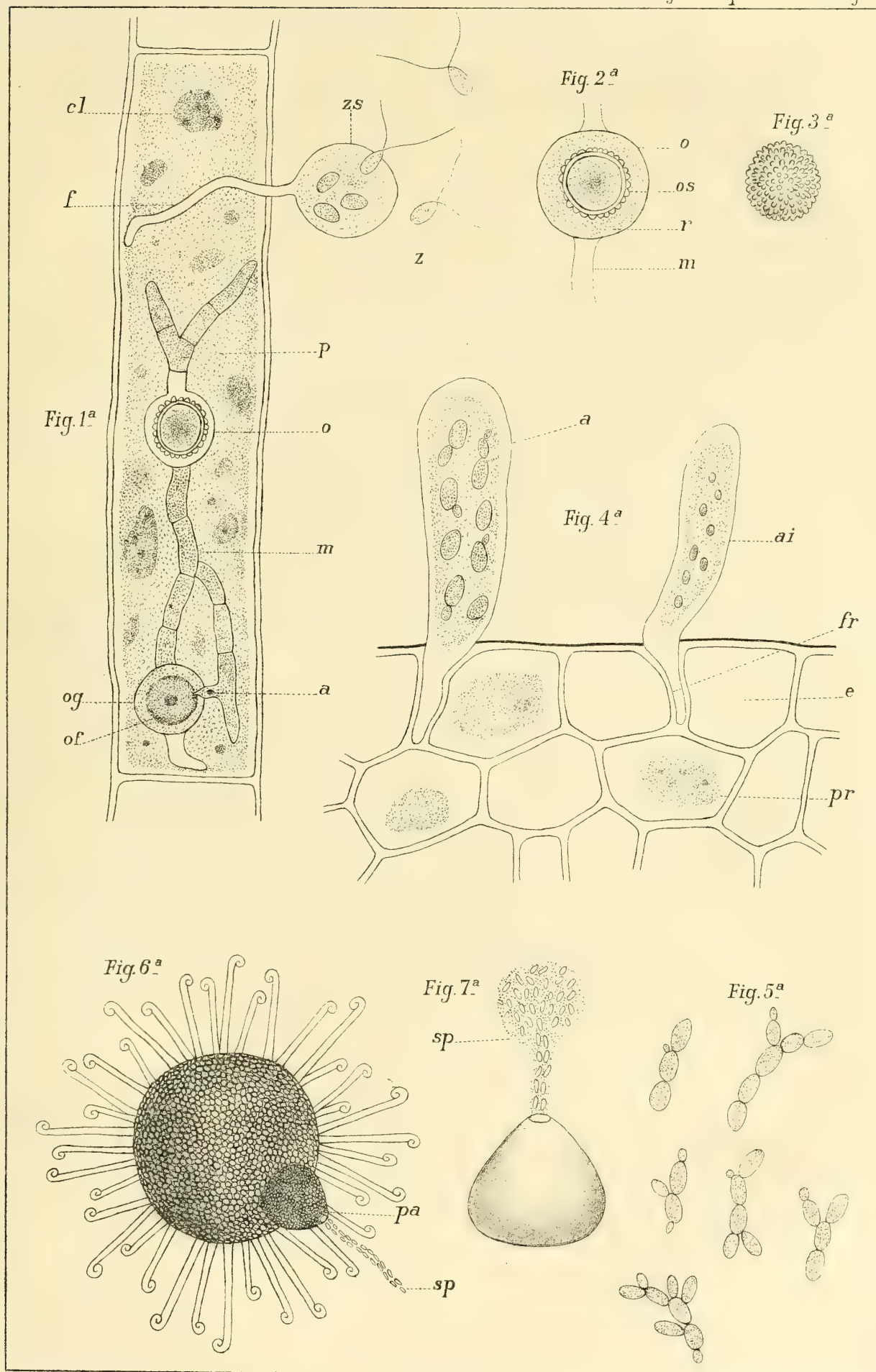
Fig. 3.ª

Fig. 4.ª
a
ai
fr
e
pr

Fig. 6.ª
pa
sp

Fig. 7.ª
sp

Fig. 5.ª

F. Morini dis. dal vero E. Contoli inc. Lit. Mazzoni e Rizzoli-Bologna

SULLE SERIE DOPPIE TRIGONOMETRICHE

NOTA

DEL

PROF. CESARE ARZELÀ

(Letta nella Sessione ordinaria del 27 Maggio 1894).

1. In una nota *Sulle serie di funzioni* pubblicata nei rendiconti, per l'anno 1885, dell'Accademia dei Lincei, ho dimostrato la proposizione: *Siano* $y_1, y_2, y_3, \ldots$ *infiniti numeri aventi per numero limite il numero* y_0 *e nel piano delle* x *e* y *sopra ognuna delle rette* $y = y_1$, $y = y_2, \ldots$, *nell'intervallo* $a \ldots b$, *siano segnati dei tratti, separati gli uni dagli altri, in numero finito, che può variare da retta a retta, e anche crescere indefinitamente via via che* y_s *si approssima a* y_0. *La somma dei tratti* $\delta_{1,s}, \delta_{2,s} \ldots \delta_{n_s,s}$ *segnati sulla* $y = y_s$, *sia* d_s. *Se per ogni valore* $s = 1, 2, 3, \ldots$ *si ha* $d_s \geq d$, d *numero determinato maggiore di zero, esiste sempre, tra* a *e* b, *almeno un punto* x_0 *tale che la retta* $x = x_0$ *incontra un numero infinito di tratti* δ.

In altra nota, pubblicata pure nei detti rendiconti, ho dedotto poi, dalla proposizione suesposta, come conseguenza quasi immediata, un teorema fondamentale relativo alle serie trigonometriche semplici, e che dal signor Cantor era stato stabilito con metodo piuttosto laborioso.

Nella memoria del prof. G. Ascoli *Sulla rappresentabilità di una funzione a due variabili per serie doppia trigonometrica* pubblicata nell'anno 1879 dall'Accademia dei Lincei, si pone a fondamento il teorema:

Se per ogni punto (x, y) *di un'area* A, *essendo*

$$B_{\mu,\nu} = (a_{\mu,\nu} \operatorname{sen} \mu x + a_{-\mu,\nu} \cos \mu x) \operatorname{sen} \nu y + (a_{\mu,-\nu} \operatorname{sen} \mu x + a_{-\mu,-\nu} \cos \mu x) \cos \nu y,$$

è soddisfatta la condizione

$$\lim_{\mu+\nu=0} B_{\mu,\nu} = 0,$$

i coefficienti $a^{\pm\nu}_{\pm\mu}$ *convergono uniformemente allo zero.* Questo teorema che è l'estensione di quello suaccennato dal sig. Cantor, è dal prof. Ascoli stabilito con una dimostrazione, che si informa a quella del sig. Cantor medesimo, e sulla quale egli stesso è ritornato con una nota pubblicata nel 1882 nei rendiconti dell'Istituto Lombardo.

Qui io dimostro che alla mia proposizione, richiamata in principio, si può dare una ben naturale estensione e trarne agevolmente una proposizione generale che contiene in sè quella del sig. Ascoli.

2. — Sia A un'area determinata nel piano delle x e y e sopra di essa un gruppo infinito di piani $z=z_1$, $z=z_2, \ldots z=z_s, \ldots$, aventi un piano limite $z=z_0$. *Dentro l'area* A, *sopra ognuno di essi* $z=z_s$ *si considerino due pezzi* $\omega_1^{(s)}$, $\omega_2^{(s)}, \ldots \omega_{ns}^{(s)}$ *determinati e separati gli uni dagli altri il cui numero può anche crescere al tendere di* z_s *a* z_0*; se la somma delle aree di questi pezzi è sempre maggiore di un numero assegnabile* d, *esiste almeno una retta* $x=x_0$, $y=y_0$, $x_0 y_0$ *essendo un punto dell'area* A, *la quale incontra infiniti pezzi* ω, *giacenti in piani del gruppo.*

Accennerò rapidamente la dimostrazione che è in tutto simile a quella da me data pel caso che il campo A sia una linea.

Si segnino nel piano $z=z_1$ dentro il campo A, i contorni dei pezzi $\omega_1^{(1)} \ldots \omega_{n_1}^{(1)}$, o almeno dei cerchi contenuti in essi. Sopra ognuno di tali contorni o cerchi, come curve direttrici, si immagini una superficie cilindrica colla generatrice parallela all'asse z; se nessuna di tali superficie cilindriche incontra infiniti pezzi ω, situati nei piani successivi, nel quale caso il teorema sarebbe dimostrato: vuol dire che *da un certo piano in poi*, i pezzi ω ivi esistenti giacciono in modo che dentro una almeno delle superficie cilindriche menzionate vi è sempre su tutti i piani successivi una porzione di essi che è in somma, maggiore di g, numero assegnabile: ovvero ciò non è.

In questo secondo caso, preso ε piccolo a piacere, si troverà, procedendo innanzi, un piano, oltre il quale la somma dei pezzi o porzioni di pezzi ω contenuti dentro quelle superficie cilindriche, è minore di ε: e quindi, a partire da un tal piano $z=z_{s_1}$, i pezzi ω esistenti nei piani successivi, oltre le parti di essi interne ai cilindri, giaceranno in una porzione del campo A, espressa da $A-(d_1-\theta_{s_1}\varepsilon)$, θ_{s1} essendo un numero tra o e 1.

Si parta dal piano $z=z_{s_1}$ e si operi su esso, come si è operato sul piano $z=z_1$: si trova una superficie cilindrica che incontra infiniti pezzi ω o almeno che contiene dentro di sè una somma di essi o di porzioni dei medesimi, maggiore di un numero assegnabile g_1, ovvero ciò non è. In questo secondo caso si trova un piano $z=z_{s_2}$, a partire dal quale, su tutti i successivi, i pezzi ω, tolta la parte di essi, che è interna a quei ci-

lindri, giacciono in una porzione del campo A espressa da

$$A - (d_1 - \theta_{s_1}\varepsilon) - (d_{s_1} - \theta_{s_2}\varepsilon).$$

Così continuando, se non si trova mai nè una superficie cilindrica che incontri infiniti pezzi ω, nè una che contenga dentro di sè, sopra infiniti successivi piani, una porzione di pezzi ω maggiore di g_2 assegnabile, si dovrà pervenire a un piano $z = z_{s_p}$, sul quale i pezzi ω che vi esistono, tolte le parti di essi interne ai cilindri, giacciono in una porzione di campo A espressa da

$$A - (d_1 - \theta_{s_1}\varepsilon) - (d_{s_1} - \theta_{s_2}\varepsilon) - \cdots - (d_{s_{p-1}} - \theta_{s_p}\varepsilon);$$

la quale, se p è abbastanza grande e ε abbastanza piccolo, sarà necessariamente minore di d: il che è assurdo, giacchè ne deriverebbe che sui piani successivi al piano $z = z_{s_p}$, i pezzi ω occupano una parte di A minore di d.

Nel seguito dell' operazione così descritta, si troverà dunque una superficie cilindrica che incontra infiniti pezzi ω, ovvero, una che contiene dentro di sè, su infiniti piani, una somma di pezzi, o parti di pezzi ω, che è maggiore di g assegnabile.

In quest' ultimo caso, se sul pezzo ω che è base di una siffatta superficie cilindrica si ragiona, come qui s'è fatto sull' intero campo A, si vede che necessariamente o si trova una superficie cilindrica che incontra infiniti pezzi ω, ovvero una interna a quella che si considera, e sulla quale si può ragionare come sulla precedente: i pezzi ω ognuno interni al precedente, che sono le basi di queste successive superficie cilindriche, tendono ad un punto, che è precisamente quello del quale devesi provare l' esistenza.

3. — Se ne deduce subito l' altra.

Si consideri un'area A, dentro la quale si muove il punto (xy), e inoltre un gruppo qualsiasi di coppie di valori $(m_1 n_1)$, $(m_2 n_2)$,... aventi un'unica coppia limite $(m_0 n_0)$. La $f(x, y, m, n)$ indichi una funzione che per ogni coppia di valori $(m_s n_s)$ è determinata in tutta l' area A in ogni punto della quale è

$$\lim \varphi(m_s, n_s) f(x, y, m_s, n_s) = 0$$

al tendere della coppia (m_s, n_s) alla coppia (m_0, n_0) e dove $\varphi(m_s, n_s)$ è una funzione che ha valore determinato per ogni coppia (m_s, n_s).

Se per ogni coppia di valori (m_s, n_s) *esistono nell' area dei pezzi*

$\omega_1, \omega_2, \dots \omega_{p_s}$ *nei quali è sempre*

$$|f(x, y, m_s, n_s)| > c$$

c *numero assegnabile, e la somma*

$$\omega_1 + \omega_2 + \cdots + \omega_{p_s} = ds$$

è sempre maggiore di un numero assegnabile d, *necessariamente deve essere*

$$\lim \varphi(m_s, n_s) = 0$$

al tendere di (m_s, n_s) *a* (m_0, n_0).

Ad ogni coppia di valori (m_s, n_s) si immagini associato un piano nel quale si consideri l'area A: si avranno così le infinite funzioni

$$f(x, y, m_1 n_1), \quad f(x, y, m_2 n_2), \dots$$

date ognuna nell'area A, sopra uno dei piani detti.

Tra questi se ne consideri un gruppo qualsivoglia infinito

$$(m_{s_1} n_{s_1}), \quad (m_{s_2} n_{s_2}), \dots$$

Per la proposizione dianzi dimostrata vi sarà un punto, $(x_0 y_0)$ dell'area A, tale che la retta $x = x_0$, $y = y_0$ incontra infiniti pezzi ω, giacenti sopra piani del gruppo considerato per es. sui piani

$$(m_{s_{p_1}} n_{s_{p_1}}), \quad (m_{s_{p_2}} n_{s_{p_2}}), \dots$$

Manifestamente dovrà la serie dei valori

$$\varphi(m_{s_{p_1}} n_{s_{p_1}}), \quad \varphi(m_{s_{p_2}} n_{s_{p_2}}), \dots$$

tendere al limite zero.

Si vede dunque che la serie dei valori

$$\alpha) \qquad \varphi(m_1 n_1), \quad \varphi(m_2, n_2), \dots$$

è tale che da una altra serie qualunque in essa contenuta

$$\beta) \qquad \varphi(m_{s_1} n_{s_1}), \quad \varphi(m_{s_2} n_{s_2}), \dots$$

se ne può sempre trarre una terza

$$\gamma) \qquad \varphi(m_{s_{p_1}} n_{s_{p_1}}), \quad \varphi(m_{s_{p_2}} n_{s_{p_2}}), \ldots$$

il cui termine generale $\varphi(m_{s_p} n_{s_p})$ tende a zero col tendere di $m_{s_p}, n_{s_p})$ a $(m_0 n_0)$; ma ciò significa che fra i termini della serie α) ve ne è solamente un numero finito, il cui valore assoluto sia maggiore di un numero ε, preso ad arbitrio: perchè, se ve ne fossero infiniti, con essi si formerebbe una serie come la β), dalla quale sarebbe impossibile trarne una come la γ), i cui termini tendono a zero.

Dall'essere *finito* il numero dei termini α) maggiori di un numero ε arbitrario, segue evidentemente

$$\lim \varphi(m_s, n_s) = 0$$

al tendere di (m_s, n_s) a (m_0, n_0), come volevasi dimostrare.

In particolare, il gruppo dei valori (m, n) potrebbe essere quello di tutti i valori interi positivi e negativi, e allora la coppia limite $(m_0 n_0)$ sarebbe la coppia per la quale è $|m| + |n| = \infty$.

4. — Ma si può anche stabilire un risultato più generale.

Siano $f_1(xym_{s_1}n_{s_1})$, $f_2(xym_{s_2}n_{s_2})$, $\ldots f_p(xym_{s_p}n_{s_p})$ delle funzioni in numero finito, ognuna delle quali, per ogni coppia di valori (m, n) presi tra quelli di un gruppo finito

$$1) \qquad (m_1 n_1), \ (m_2 n_2), \ldots$$

è data in tutti i punti (x, y) di un'area A e al tendere di (m, n) verso $(m_0 n_0)$ coppia-limite del gruppo detto, sia per ogni punto (x, y)

$$2) \qquad \lim \{ \varphi_1(m_{s_1}, n_{s_1}) f_1(xym_{s_1}n_{s_1}) + \varphi_2(m_{s_2}, n_{s_2}) f_2(xym_{s_2}n_{s_2}) + \cdots + \\ + (m_{s_p} n_{s_p}) f_p(xym_{s_p}n_{s_p}) \} = 0 \,.$$

Fissati due numeri positivi g e g', prossimi ad arbitrio, esista nell'area A, per ogni coppia di valori (m, n), un insieme di pezzi ω, di somma sempre maggiore di d_1 numero assegnabile, nei quali sia ognuna delle $f_1, f_2, \ldots f_p$ compresa fra g e g'; parimente esista, un insieme di pezzi ω', di somma sempre maggiore di d_2 assegnabile, nei quali sia f_1 compresa tra $-g'$ e $-g$, mentre le altre $f_2, f_3, \ldots f_p$ rimangono comprese tra g e g': vi sia poi un'altro insieme di pezzi ω'', pure di somma maggiore di

d_3, nei quali è f_2 compresa fra $-g'$ e $-g$, le altre $f_1 f_3 \ldots f_p$ comprese tra g e g', e così via.

Or si consideri un gruppo qualsivoglia di infinite coppie di valori

$$3) \qquad (m'_{t_1} n'_{t_1}), \quad (m'_{t_2} n'_{t_2}), \ldots$$

scelte tra le 1). Vi sarà nell' area A un punto $(x_0 y_0)$ tale che la retta $x = x_0 \ y = y_0$, incontra infiniti pezzi ω giacenti in piani del gruppo 3), i quali indicheremo con

$$4) \qquad (m''_{p_1} n''_{p_1}), \quad (m''_{p_2} n''_{p_2}), \ldots$$

Vi sarà poi anche un punto $(x_1 y_1)$ tale che la retta $x = x_1 \ y = y_1$ incontra infiniti pezzi ω' giacenti su piani del gruppo 4) i quali indicheremo con

$$5) \qquad (m'''_{r_1} n'''_{r_1}), \quad (m'''_{r_2} n'''_{r_2}), \ldots$$

In virtù dell' ipotesi 2), se s' immagina la coppia di valori $(m, n$ tendente a $(m_0 n_0)$ passando per le coppie di valori 5), avremo

$$6) \qquad \begin{aligned} &\lim \{ \varphi_1(mn) f_1(x_0 y_0 mn) + \cdots + \varphi_p(mn) f_p(x_0 y_0 mn) \} = 0 \\ &\lim \{ \varphi_1(mn) f_1(x_1 y_1 mn) + \cdots + \varphi_p(mn) f_p(x_1 y_1 mn) \} = 0 \end{aligned}$$

e quindi tenderà a zero anche la differenza di queste due quantità: differenza che si potrà scrivere

$$\varphi_1(m, n)(g + g'_1) + \varphi_2(m, n)(g_2 - g'_2) + \cdots + \varphi_p(m, n)(g_p - g'_p)$$

essendo $g_1, g_2, \ldots g_p, g'_1, g'_2, \ldots g'_p$ numeri tutti compresi tra g e g'. Ora g e g' si possono prendere prossimi tra loro quanto si vuole; e quindi manifesto che deve tendere a zero la successione dei valori $\varphi_1(m, n)$, quando la coppia (m, n) tende a $(m_0 n_0)$ passando per le coppie 5). Per considerazioni identiche a quelle svolte al n.° 3, se ne conclude che deve tendere a zero la successione dei valori

$$\varphi_1(m_1 n_1) \quad \varphi_1(m_2 n_2) \ldots$$

che prende $\varphi(m, n)$ quando (m, n) tende a $(m_0 n_0)$ passando per tutte le coppie 1).

In modo analogo si proverebbe che tendono a zero $\varphi_2(m, n), \ldots \varphi_p(m, n)$.

5. — A questa conclusione si perviene anche ponendo altre ipotesi pei valori della $f_1 f_2 \ldots f_p$ nei pezzi ω, ω', ω''. Basterà che si possano stabilire p relazioni *distinte* della forma 6).

6. — Nelle $f_1, f_2, \ldots f_p$ si può supporre che le variabili siano più di due e così pure i parametri $(m, n, \ldots)$: tenute ferme le stesse ipotesi si perviene alle stesse conseguenze. Non si ha più qui l'aiuto dell'intuizione geometrica immediata, ma non è difficile dare al ragionamento una veste prettamente analitica.

7. — Facciamo un'applicazione delle proposizioni precedenti.

Sia $f(x, y)$ una funzione delle variabili reali x e y, coi due periodi τ e τ', dimodoché si abbia

$$f(x + \tau, y) = f(x, y)$$

$$f(x, y + \tau') = f(x, y)$$

e si sappia che essa ha un valore positivo maggiore di g, in tutta un'area determinata ω minore o eguale a $\tau\tau'$; condizione che sarà certo verificata se $f(x, y)$ è continua e in un punto ha un valore g' maggiore di g positivo. Si consideri $f(mx, ny)$ dove m e n sono due interi: si avrà

$$f\left(mx + \tau, ny\right) = f\left(m\left(x + \frac{\tau}{m}\right), ny\right) = f\left(mx, ny\right)$$

$$f\left(mx, ny + \tau'\right) = f\left(mx, n\left(y + \frac{\tau'}{n}\right)\right) = f\left(mx, ny\right);$$

$f(mx, ny)$ avrà dunque per periodi $\frac{\tau}{|m|}$ e $\frac{\tau'}{|n|}$ e in ogni rettangolo di ampiezza $\frac{\tau\tau'}{|m \cdot n|}$ esisterà un'area $\frac{\omega}{|mn|}$, nella quale è sempre $f(mx, ny) \geq g$.

Inoltre, se $|mn|_1$ è abbastanza grande: nel campo A, qualunque ne sia la grandezza, entrerà sempre almeno un rettangolo $\frac{\tau\tau'}{|mn|_1}$ e quindi un'area $\frac{\omega}{|mn|_1}$. Perciò se è

$$|mn| = |mn|_1 q + r$$

nell'area A esisteranno almeno q aree $\frac{\omega}{|mn|}$, nelle quali è $f(mx, ny) \geq g$,

perchè si ha

$$q \cdot \frac{\omega}{|mn|} = \frac{\omega}{\left|\frac{mn}{q}\right|} = \frac{\omega}{|mn|_1 + \frac{r}{|mn|_1}} < \frac{\omega}{|mn|_1};$$

d'altra parte è

$$q \cdot \frac{\omega}{|mn|} \geq \frac{q \cdot \omega}{q|mn|_1 + |mn|_1 - 1}$$

$$\geq \cdot \frac{\omega}{2|mn|_1 - 1};$$

con che rimane provato che per ogni coppia di valori interi (m, n) esiste un insieme di pezzi ω, di somma sempre maggiore di un numero determinato, e nei quali la $f(mx, ny)$ è in tutti i punti maggiori di g, e quindi se in tutti i punti dell'area A, è

$$\lim_{|m|+|n|=\infty} a_{m,n} f(mx, ny) = 0$$

$a_{m,n}$ essendo un coefficiente fisso per ogni coppia (m, n), si avrà, in virtù della prop. del n.° 2,

$$\lim_{|m|+|n|=\infty} a_{m,n} = 0,$$

8. — Si abbiano poi le funzioni

$$f_1(x, y), \quad f_2(x, y), \quad f_3(x, y), \quad f_4(x, y)$$

ognuna doppiamente periodica: nell'area A esista un pezzo ω, in cui tutte hanno valori compresi tra g e g', g e g' essendo numeri positivi che possono supporsi prossimi tra loro come vuolsi; un pezzo ω' in cui tutte e quattro sono comprese tra $-g'$ e $-g$, e inoltre i pezzi $\omega_1, \omega_2, \ldots \omega_6$, in ognuno dei quali le funzioni di una coppia f_1, f_2, ovvero f_1, f_3, etc. sono rispettivamente comprese tra $-g'$ e $-g$, mentre le due rimanenti lo sono tra g e g'; la quale condizione è certamente verificata se le f_1, f_2, f_3, f_4, sono continue e vi sono punti, nei quali tutte e quattro hanno valori maggiori di un numero g positivo, e punti nei quali le funzioni delle coppie ora dette hanno rispettivameute valori minori di $-g$, mentre le due funzioni rimanenti sono maggiori di g.

Aggiungasi ora l'ipotesi che, essendo $\varphi_1(m, n)$, $\varphi_2(m, n)$, $\varphi_3(m, n)$, $\varphi_4(m, n)$

delle funzioni aventi valore determinato per ogni coppia di valori interi (m, n), la quantità

$$1)\quad \varphi_1(m_1, n_1)f_1(m_1x, n_1y) + \varphi_2(m_2, n_2)f_2(m_2x, n_2y) + \varphi_3(m_3, n_3)f_3(m_3x, n_3y) + \\ + \varphi_4(m_4, n_4)f_4(m_4x, n_4y)$$

tenda a zero in ogni punto (x, y) dell'area A, quando, con qualsiasi legge le coppie di numeri (m_1, n_1), (m_2, n_2), (m_3, n_3), (m_4, n_4) variano in modo che

$$|m_1| + |n_1|, \quad |m_2| + |n_2|, \quad |m_3| + |n_3|, \quad |m_4| + |n_4|$$

crescono indefinitamente.

Con ragionamento analogo a quello del n.° 4, tenendo conto di quanto fu stabilito al n.° 7 per le funzioni doppiamente periodiche, si prova che si hanno otto relazioni analoghe alle 6 del n.° 4 dalle quali si trae subito che tendono a zero le quantità

$$\varphi_1(m, n), \quad \varphi_2(m, n), \quad \varphi_3(m, n), \quad \varphi_4(m, n)$$

quando m e n variano in modo che $|m| + |n|$ tende all' ∞.

Le otto relazioni sono anzi, per lo scopo qui detto, sovrabbondanti.

9. — Tutte le condizioni qui poste, sono soddisfatte per le funzioni

$$f_1(x, y) = \operatorname{sen} x \operatorname{sen} y$$

$$f_2(x\ y) = \cos x \operatorname{sen} y$$

$$f_3(x, y) = \operatorname{sen} x \cos y$$

$$f_4(x\ y) = \cos x \cos y\,;$$

basta, senz' altro, osservare che nei punti

$$\left(x = \frac{\pi}{4}, y = \frac{\pi}{4}\right), \quad \left(x = \frac{\pi}{4}, y = -\frac{3\pi}{4}\right), \quad \left(x = \frac{\pi}{4}, y = -\frac{\pi}{4}\right),$$

$$\left(x = \frac{\pi}{4}, y = +\frac{3\pi}{4}\right), \quad \left(x = \frac{3\pi}{4}, y = \frac{\pi}{4}\right), \ldots$$

quelle funzioni hanno rispettivamente tutte e quattro il valore $\frac{1}{2}$, ovvero il valore $-\frac{1}{2}$, ovvero due qualunque di esse il valore $\frac{1}{2}$, le altre due il valore $-\frac{1}{2}$ etc...., e si ha così la proposizione del sig. Ascoli.

I MOTI VORTICOSI DI ORDINE SUPERIORE AL PRIMO

IN RELAZIONE

ALLE EQUAZIONI PEL MOVIMENTO DEI FLUIDI VISCOSI

NOTA

DI

CORNELIA FABRI

(Letta nella Sessione ordinaria del 22 Aprile 1894).

Le equazioni, generalmente adottate, pel movimento di una massa fluida incompressibile, quando si suppone che esistano forze d' attrito o di viscosità, sono le seguenti:

$$\frac{du}{dt} = X - \frac{1}{h}\frac{\partial p}{\partial x} + k\Delta^2 u,$$

$$\frac{dv}{dt} = Y - \frac{1}{h}\frac{\partial p}{\partial y} + k\Delta^2 v,$$

$$\frac{dw}{dt} = Z - \frac{1}{h}\frac{\partial p}{\partial z} + k\Delta^2 w,$$

dove u, v, w denotano le componenti della velocità, X, Y, Z quelle delle forze esterne; p indica la pressione, h la densità e k una costante, se il fluido è omogeneo, ovvero una funzione delle coordinate, nell' ipotesi opposta.

Queste equazioni, non differiscono da quelle date da Eulero, pel moto dei fluidi perfetti, che per l' aggiunta dei termini $k\Delta^2 u$, $k\Delta^2 v$, $k\Delta^2 w$.

È quindi importante porre in evidenza il significato cinematico di questi termini aggiunti, indagando quali sono i cangiamenti che avvengono nel movimento del fluido, per effetto delle forze d' attrito.

A tale scopo, in questa nota, supporrò che il fluido viscoso sia sempre, non solo incompressibile, ma ancora omogeneo, vale a dire che k e h siano costanti; inoltre ammetterò che le forze esterne abbiano un potenziale V. Le indicate ipotesi sono, evidentemente, quelle che più si avvicinano alla realtà, quando si vogliono studiare i movimenti che avvengono comunemente nei liquidi.

Allorquando si sviluppano le componenti u, v, w della velocità in serie di Taylor, e si tiene conto, non solo dei termini di primo grado, come ha fatto Helmholtz, ma ancora di un numero qualunque di termini susseguenti, si è condotti a considerare una serie indefinita di movimenti, rappresentabili con vettori, le componenti dei quali sono collegate fra loro da equazioni differenziali simili a quelle che esprimono le componenti della rotazione, mediante quelle della velocità.

Questi movimenti sono stati chiamati moti vorticosi di ordine superiore; alcuni di essi hanno effettivamente una evidente analogia colle rotazioni, altri però ne differiscono essenzialmente.

I termini aggiunti, $k\Delta^2 u$, $k\Delta^2 v$, $k\Delta^2 w$, rappresentano, all' infuori del fattore numerico $-6k$, le componenti λ, μ, ν di quello dei suindicati movimenti che deriva dai termini di secondo grado nello sviluppo in serie di Taylor delle u, v, w; movimento detto di flessione (*).

Ciò dimostra che, tenendo conto nei fluidi della viscosità, si viene ad ammettere che nel loro movimento abbiano luogo delle flessioni; inversamente poi, se queste mancano, non potranno esservi forze d' attrito, ed il fluido non sarà viscoso.

Le ipotesi fatte conducono quindi a stabilire il principio seguente:

In un fluido viscoso in movimento devono esistere sempre dei filetti di flessione (**).

Questo principio, mentre offre un esempio dell'esistenza oggettiva dei moti di flessione, serve altresì a dimostrarne l' importanza, perchè si collega ad una parte interessantissima dell' idrodinamica, cioè alla *teorica dell' attrito interno nei liquidi.*

Il principio precedente può enunciarsi ancora come segue: *In un fluido viscoso in movimento non può esistere potenziale di rotazione.*

(*) Per conoscere la natura dei moti di flessione vedasi la memoria del Sig. Boggio-Lera: *Sulla cinematica dei mezzi continui*, inserita negli Annali della R. Scuola Normale Superiore di Pisa dell' anno 1886.

Pei moti di flessione, ed in genere pei moti vorticosi di ordine superiore, vedasi pure la mia memoria: *Sui moti vorticosi nei fluidi perfetti.* Bologna, Tipografia Gamberini e Parmeggiani, 1892.

Un sunto di questa memoria è inserito nel giornale *Il nuovo cimento.* Pisa 1892, pag. 135 e 221.

(**) È bene notare, a scanso di equivoci, che con ciò non s' intende dire che in un fluido non viscoso non possano esservi moti di flessione, perchè anzi niente è contrario alla possibilità della loro esistenza, dipendendo questa dalla forma che avranno le funzioni V e p.

Se vi ha potenziale φ di flessione, le equazioni del movimento possono scriversi come segue:

$$\frac{du}{dt}=\frac{\partial}{\partial x}(V-6k\varphi)-\frac{1}{h}\frac{\partial p}{\partial x},$$

$$\frac{dv}{dt}=\frac{\partial}{\partial y}(V-6k\varphi)-\frac{1}{h}\frac{\partial p}{\partial y},$$

$$\frac{dw}{dt}=\frac{\partial}{\partial z}(V-6k\varphi)-\frac{1}{h}\frac{\partial p}{\partial z};$$

dalle quali si vede chiaramente che, *il movimento di un fluido viscoso, soggetto a forze che ammettono un potenziale* V, *e nel quale esiste un potenziale* φ *di flessione, avviene come se il fluido non fosse viscoso e le forze esterne avessero per potenziale la funzione* $V-6k\varphi$.

Laonde, lasciando a parte questo caso, supporrò che non esista potenziale di flessione, cioè che il trinomio

$$\lambda dx+\mu dy+\nu dz$$

non sia differenziale esatto.

In questa ipotesi, il movimento del fluido viscoso differisce essenzialmente da quello di un fluido non viscoso; e non sarà fuor di luogo ricercare le condizioni, che devono essere soddisfatte, perchè continui a sussistere l' importantissimo teorema di Helmholtz sulle rotazioni.

Se c indica un qualsiasi contorno chiuso, il teorema di Helmholtz può esprimersi colla seguente uguaglianza:

$$\frac{d}{dt}\int_c(udx+vdy+wdz)=0$$

cioè

$$\int_c\left(dV-\frac{dp}{h}+\frac{d(u^2+v^2+w^2)}{2}\right)+k\int_c(\Delta^2udx+\Delta^2vdy+\Delta^2wdz)=0\,.$$

Il primo integrale è uguale a zero, perchè la quantità sotto il segno integrale è un differenziale esatto. Rimane quindi, per l'esistenza del teo-

rema di Helmholtz, la condizione seguente:

$$k\int_c (\Delta^2 u dx + \Delta^2 v dy + \Delta^2 w dz) = 0$$

e ricordando che $-\frac{1}{6}\Delta^2 u$, $-\frac{1}{6}\Delta^2 v$, $-\frac{1}{6}\Delta^2 w$, sono le componenti λ, μ, ν, della flessione, e che $\int(\lambda dx + \mu dy + \nu dz)$ rappresenta la vorticosità di 2° ordine, si puó enunciare il teorema seguente:

È condizione necessaria e sufficiente per l' esistenza del teorema di Helmholtz in un fluido viscoso, che sia nulla la vorticosità di 2° ordine per qualunque linea chiusa tracciata nel fluido.

È facile vedere che ció equivale ad ammettere l' esistenza del potenziale di flessione; di modo che, all' infuori di questo caso, pel quale si é veduto che il fluido puó considerarsi privo d' attrito, mai potrà sussistere il teorema di Helmholtz, nel movimento dei fluidi viscosi.

Anche il Prof. Poincaré, nelle sue lezioni, testé pubblicate, *Sulla teorica dei vortici* (*), ricerca in quali casi sussiste il teorema di Helmholtz nei fluidi viscosi, ma trova soltanto la condizione necessaria (non sufficiente) che il vettore (ω, χ, ρ) della rotazione coincida, in direzione, con quello di componenti $\Delta^2\omega$, $\Delta^2\chi$, $\Delta^2\rho$. Quando esiste potenziale di flessione, questa condizione é sempre soddisfatta, perché essendo

$$(1) \qquad \left\{ \begin{aligned} \Delta^2\omega &= 3\left(\frac{\partial \nu}{\partial y} - \frac{\partial \mu}{\partial z}\right), \\ \Delta^2\chi &= 3\left(\frac{\partial \lambda}{\partial z} - \frac{\partial \nu}{\partial x}\right), \\ \Delta^2\rho &= 3\left(\frac{\partial \mu}{\partial x} - \frac{\partial \lambda}{\partial y}\right), \end{aligned} \right.$$

é nullo il secondo vettore indicato dal Poincaré, il qual vettore é quello che rappresenta il moto vorticoso di 3° ordine.

Dalle equazioni del moto, derivando la terza rispetto ad y e sottraendola dalla seconda, derivata rispetto a z, si ottiene

$$\frac{d\omega}{dt} = k\Delta^2\omega + \frac{\partial u}{\partial x}\omega + \frac{\partial u}{\partial y}\chi + \frac{\partial u}{\partial z}\rho,$$

(*) H. Poincaré. Théorie des tourbillons, leçons profesées a la faculté des sciences de Paris. pag. 192. Paris, Georges Carré; 1893.

e, in modo analogo possono ottenersi le altre:

$$\frac{d\chi}{dt} = k\Delta^2\chi + \frac{\partial v}{\partial x}\omega + \frac{\partial v}{\partial y}\chi + \frac{\partial v}{\partial z}\rho ,$$

$$\frac{d\rho}{dt} = k\Delta^2\rho + \frac{\partial w}{\partial x}\omega + \frac{\partial w}{\partial y}\chi + \frac{\partial w}{\partial z}\rho ,$$

che sono le equazioni di Helmholtz trasformate pel caso del fluido viscoso.

Se si indicano con A, B, C le proiezioni sui piani coordinati zy, xz, yx, dell' area del triangolo formato dai vettori della velocità e della rotazione, e dalla congiungente i loro estremi, sarà:

$$A = \frac{1}{2}(\rho v - \chi w) , \qquad B = \frac{1}{2}(\omega w - \rho u) , \qquad C = \frac{1}{2}(\chi u - \omega v) ;$$

e non è difficile verificare che le tre equazioni scritte di sopra equivalgono alle seguenti:

$$(2) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial\omega}{\partial t} = 2\left(\dfrac{\partial C}{\partial y} - \dfrac{\partial B}{\partial z}\right) + k\Delta^2\omega , \\[2ex] \dfrac{\partial\chi}{\partial t} = 2\left(\dfrac{\partial A}{\partial z} - \dfrac{\partial C}{\partial x}\right) + k\Delta^2\chi , \\[2ex] \dfrac{\partial\rho}{\partial t} = 2\left(\dfrac{\partial B}{\partial x} - \dfrac{\partial A}{\partial y}\right) + k\Delta^2\rho . \end{cases}$$

Se la velocità del fluido si mantiene costantemente piccolissima, le precedenti equazioni si riducono alle seguenti:

$$\frac{\partial\omega}{\partial t} = k\Delta^2\omega , \qquad \frac{\partial\chi}{\partial t} = k\Delta^2\chi , \qquad \frac{\partial\rho}{\partial t} = k\Delta^2\rho ;$$

cioè prendono la forma dell' equazione per la propagazione del calore.

Quando il moto è permanente, sarà:

$$\frac{\partial\omega}{\partial t} = \frac{\partial\chi}{\partial t} = \frac{\partial\rho}{\partial t} = 0 ,$$

e le equazioni (1) (2) permettono di enunciare il teorema:

In un fluido viscoso, che ha moto permanente, l' espressione

$$(2A+3k\lambda)dx+(2B+3k\mu)dy+(2C+3k\nu)dz$$

è un differenziale esatto; dal quale teorema si deduce il corollario: *Se in un fluido viscoso, che ha moto permanente, le linee vorticose coincidono colle linee di corrente* ($A=B=C=o$) *non potrà esservi moto vorticoso di terzo ordine, e il teorema di Helmholtz sarà verificato.*

Quando il moto é permanente, può porsi:

$$A-\frac{1}{4}k\Delta^2 u=\frac{\partial\varphi}{\partial x},$$

$$B-\frac{1}{4}k\Delta^2 v=\frac{\partial\varphi}{\partial y},$$

$$C-\frac{1}{4}k\Delta^2 w=\frac{\partial\varphi}{\partial z},$$

indicando con φ una funzione di x, y, z, e le equazioni del moto divengono

$$\frac{du}{dt}=\frac{\partial}{\partial x}\left(V-\frac{p}{h}-4\varphi\right)+4A,$$

$$\frac{dv}{dt}=\frac{\partial}{\partial y}\left(V-\frac{p}{h}-4\varphi\right)+4B,$$

$$\frac{dw}{dt}=\frac{\partial}{\partial z}\left(V-\frac{p}{h}-4\varphi\right)+4C.$$

Lungo una linea s di corrente si ha:

$$\frac{dx}{ds}=\frac{u}{\sqrt{u^2+v^2+w^2}},\quad \frac{dy}{ds}=\frac{v}{\sqrt{u^2+v^2+w^2}},\quad \frac{dz}{ds}=\frac{w}{\sqrt{u^2+v^2+w^2}},$$

e l' eguaglianza

$$\frac{du}{dt}dx+\frac{dv}{dt}dy+\frac{dw}{dt}dz=\frac{\partial}{\partial x}\left(V-\frac{p}{h}-4\phi\right)dx+\frac{\partial}{\partial y}\left(V-\frac{p}{h}-4\phi\right)dy+$$
$$+\frac{\partial}{\partial z}\left(V-\frac{p}{h}-4\phi\right)dz+4\left(Adx+Bdy+Cdz\right)$$

diventa

$$\frac{1}{2}\frac{d}{dt}\left(u^2+v^2+w^2\right)=\frac{\partial}{\partial x}\left(V-\frac{p}{h}-4\phi\right)u+\frac{\partial}{\partial y}\left(V-\frac{p}{h}-4\phi\right)v+$$
$$+\frac{\partial}{\partial z}\left(V-\frac{p}{h}-4\phi\right)w=\frac{d}{dt}\left(V-\frac{p}{h}-4\phi\right),\quad (*)$$

laonde *sulle linee di corrente* è

$$\frac{1}{2}\left(u^2+v^2+w^2\right)+\frac{p}{h}+4\phi-V=\text{cost.}$$

Sulle linee vorticose, indicando con ds l' elemento della linea, si ha

$$\frac{dx}{ds}=\frac{\omega}{\sqrt{\omega^2+\chi^2+\rho^2}},\quad \frac{dy}{ds}=\frac{\chi}{\sqrt{\omega^2+\chi^2+\rho^2}},\quad \frac{dz}{ds}=\frac{\rho}{\sqrt{\omega^2+\chi^2+\rho^2}};$$

e l' eguaglianza

$$\frac{du}{dt}\frac{dx}{ds}+\frac{dv}{dt}\frac{dy}{ds}+\frac{dw}{dt}\frac{dz}{ds}=\frac{\partial}{\partial x}\left(V-\frac{p}{h}-4\phi\right)\frac{dx}{ds}+\frac{\partial}{\partial y}\left(V-\frac{p}{h}-4\phi\right)\frac{dy}{ds}+$$
$$+\frac{\partial}{\partial z}\left(V-\frac{p}{h}-4\phi\right)\frac{dz}{ds}+4\left(A\frac{dx}{ds}+B\frac{dy}{ds}+C\frac{dz}{ds}\right)$$

si trasforma nella seguente

$$\frac{\frac{du}{dt}\omega+\frac{dv}{dt}\chi+\frac{dw}{dt}\rho}{\sqrt{\omega^2+\chi^2+\rho^2}}=\frac{d}{ds}\left(V-\frac{p}{h}-4\phi\right),$$

(*) Si suppone che le funzioni V, p, ϕ non contengano esplicitamente il tempo.

dalla quale si ricava il teorema: *Lungo una linea vorticosa, l'espressione* $\left(V-\frac{p}{h}-4\phi\right)$ *varia come la proiezione dell'accelerazione sulla tangente alla linea stessa.*

L' eguaglianza precedente può ancora trasformarsi come segue:

$$\frac{d}{ds}\left(V-\frac{p}{h}-4\phi\right)=\frac{\omega}{\sqrt{\omega^2+\chi^2+\rho^2}}\left\{\frac{\partial u}{\partial x}u+\frac{\partial u}{\partial y}v+\frac{\partial u}{\partial z}w\right\}+$$
$$+\frac{\chi}{\sqrt{\omega^2+\chi^2+\rho^2}}\left\{\frac{\partial v}{\partial x}u+\frac{\partial v}{\partial y}v+\frac{\partial v}{\partial z}w\right\}+$$
$$+\frac{\rho}{\sqrt{\omega^2+\chi^2+\rho^2}}\left\{\frac{\partial w}{\partial x}u+\frac{\partial w}{\partial y}v+\frac{\partial w}{\partial z}w\right\}$$

$$=\frac{u}{\sqrt{\omega^2+\chi^2+\rho^2}}\left\{\frac{\partial u}{\partial x}\omega+\frac{\partial v}{\partial x}\chi+\frac{\partial w}{\partial x}\rho\right\}+\frac{v}{\sqrt{\omega^2+\chi^2+\rho^2}}\left\{\frac{\partial u}{\partial y}\omega+\frac{\partial v}{\partial y}\chi+\frac{\partial w}{\partial y}\rho\right\}+$$
$$+\frac{w}{\sqrt{\omega^2+\chi^2+\rho^2}}\left\{\frac{\partial u}{\partial z}\omega+\frac{\partial v}{\partial z}\chi+\frac{\partial w}{\partial z}\rho\right\}$$

$$=\frac{1}{\sqrt{\omega^2+\chi^2+\rho^2}}\left\{\left(\frac{\partial u}{\partial x}\omega+\frac{\partial u}{\partial y}\chi+\frac{\partial u}{\partial z}\rho\right)u+\left(\frac{\partial v}{\partial x}\omega+\frac{\partial v}{\partial y}\chi+\frac{\partial v}{\partial z}\rho\right)v+\right.$$
$$\left.+\left(\frac{\partial w}{\partial x}\omega+\frac{\partial w}{\partial y}\chi+\frac{\partial w}{\partial z}\rho\right)w\right\}$$

$$=u\frac{du}{ds}+v\frac{dv}{ds}+w\frac{dw}{ds}=\frac{1}{2}\frac{d}{ds}\left(u^2+v^2+w^2\right).$$

Questo risultato, unito all' altro analogo ottenuto precedentemente per le linee di moto, mostra che, anche pei fluidi viscosi, sussiste il teorema, già noto pei fluidi privi d' attrito, che si esprime nel modo seguente: *Quando il moto del fluido è permanente, esiste una infinità di superficii*

$$\frac{1}{2}(u^2+v^2+w^2)+\frac{p}{h}+4\phi-V=\text{cost.}$$

sulle quali si possono tracciare linee di corrente, e linee vorticose in numero infinito (*).

(*) Il Prof. Thomas Craig in una memoria pubblicata nell'*American Journal of Mathematics* del Settembre 1880 enuncia un teorema molto simile a questo, se non che egli aggiunge qualche

Dalle relazioni precedenti si ricava altresí

$$\frac{\frac{du}{dt}\omega + \frac{dv}{dt}\chi + \frac{dw}{dt}\rho}{\sqrt{\omega^2 + \chi^2 + \rho^2}} = \frac{1}{2}\frac{d}{ds}(u^2 + v^2 + w^2);$$

Laonde: *Quando il moto è permanente, il quadrato della velocità varia, lungo una linea vorticosa, come la proiezione dell'accelerazione sulla tangente alla linea stessa.*

Nel movimento permanente la vorticosità di 2° ordine di una linea chiusa qualsiasi L è data, a cagione di un teorema dimostrato precedentemente, da

$$-\frac{2}{3k}\int_L (Adx + Bdy + Cdz);$$

ed osservando che

$$Au + Bv + Cw = 0, \qquad A\omega + B\chi + C\rho = 0,$$

si ha il teorema seguente: *Nel moto permanente è nulla la vorticosità di 2° ordine, per quelle linee chiuse che sono, o linee vorticose, o linee di moto.*

Le cose, esposte in questa nota, mostrano come sia necessario ricorrere ai moti vorticosi di secondo ordine, ossia alle flessioni, per interpretare completamente le equazioni del movimento dei fluidi viscosi.

Ciò non deve recare meraviglia, se si considera che, per tener conto della viscosità, si sono aggiunti alle equazioni Euleriane dei termini formati colle derivate seconde delle componenti della velocità, i quali, trovandosi nella parte di secondo grado dello sviluppo in serie di Taylor delle componenti suddette, dovevano, necessariamente, aver relazione con quei moti che si sono studiati considerando i termini di secondo grado in quello sviluppo.

È poi probabile che le formole, oggi adottate, pei fluidi viscosi, rappresentino solo una prima approssimazione; vi è quindi ragione di credere che, proseguendo lo studio di questo importante argomento, e confrontando accuratamente i risultati del calcolo coi responsi dell' esperienza, possano essere aggiunti, alle ricordate equazioni, altri termini composti colle derivate di ordine superiore al secondo, i quali abbiano relazione

---

altra condizione, a quella che il moto sia permanente, e considera un sistema di superficii alquanto diverso, da quello da me sopra indicato.

coi moti vorticosi degli ordini corrispondenti a quelli delle derivate suindicate. Ciò non potrà creare gravi difficoltà nello studio del moto del fluido perchè, come ho mostrato nella mia antecedente memoria, i moti vorticosi dei diversi ordini hanno fra loro stretti legami di somiglianza, ed è facile avere di essi un' idea perfettamente concreta.

Pei fluidi compressibili od aeriformi, possono farsi ricerche analoghe a quelle esposte in questa nota. Ciò mi propongo mostrare in altra pubblicazione.

PROTOVO E GLOBULI POLARI
DELL' AMPHORINA COERULEA

COMUNICAZIONE

DEL

PROF. SALVATORE TRINCHESE

(Letta nella Seduta del 27 Maggio 1894).

Nell' adunanza della R. Accademia dei Lincei del 1° Giugno 1879, lessi una mia memoria intitolata: *I primi momenti dell'evoluzione nei molluschi* (1), nella quale esposi molte singolari particolarità da me notate circa la formazione dei globuli polari dell'*Amphorina coerulea*. Le mie osservazioni su questo argomento erano rimaste per molti anni quasi del tutto ignote ai naturalisti italiani e stranieri; quando il prof. E. van Beneden prima e il prof. Augusto Weismann poi, rivolsero ad esse la loro attenzione. Quest' ultimo, anzi, lamentò che le figure illustrative di quella mia memoria fossero così poco conosciute.

Ora ritorno sull' argomento, perchè pochi mesi or sono ho potuto procurarmi un individuo di *Amphorina coerulea* sulle cui uova ho fatto alcune nuove osservazioni che reputo degne di nota, tanto più che in questi ultimi 10 anni è tale l' importanza attribuita dagli embriologi ai globuli polari, che qualsiasi nuovo particolare ad essi riferentesi, desta il massimo interesse.

Si conosce oramai l' origine dei globuli polari e il meccanismo della loro formazione, ma il loro significato fisiologico nell' ontogenesi è ancora sconosciuto.

Queste strane formazioni, si considerino come uova abortite, secondo il concetto di Boveri e Giard; o come una reminiscenza atavica della partenogenesi primitiva, secondo l' opinione di Bütschli e Whitman; o come elementi maschili dell' uovo ritenuto una cellula ermafrodita, giusta

---

(1) Memorie della classe di scienze fisiche, matematiche e naturali della R. Accademia dei Lincei. Vol. VII. Roma.

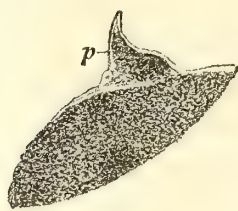
un' ipotesi di van Beneden et Minot; o come eliminatrici del plasma istogeno e di una parte del plasma germinativo, secondo l' ingegnosa teoria di Weismann, sono ancora un vero enimma, che soltanto l' embriologia sperimentale potrà spiegare.

Se i globuli polari, dopo la loro espulsione, restassero indipendenti dall'uovo, e presto si atrofizzassero e morissero, sarebbe molto probabile che essi avessero l' ufficio di eliminare dall' uovo qualche elemento ormai inutile o anche nocivo allo sviluppo del nuovo essere. Ma siccome vivono assai lungo tempo attaccati all' embrione e si sviluppano in essi degli organi, talvolta complicati; così è molto più probabile che non abbiano quell' ufficio, il quale cesserebbe colla loro espulsione dall' uovo; e se pure lo hanno, non deve essere il solo, ma devono averne un altro da compiere dopo la loro espulsione; altrimenti sarebbero incomprensibili i fenomeni che descriverò in questa mia breve comunicazione.

In tutte le uova di molluschi da me particolarmente studiate, i globuli polari sono uniti tra loro da un filamento di protoplasma, più o meno facilmente visibile secondo la sua maggiore o minore grossezza. Un altro simile filamento unisce il secondo globulo polare al vitello. Nel mezzo del primo di questi due filamenti, trovasi un corpuscolo sferoidale o allungato *(punctum intermedium)*, fiancheggiato da due altri corpuscoli rotondi o allungati trasversalmente. Il significato morfologico e fisiologico di queste formazioni è sconosciuto affatto.

p

Fig. 1

I globuli polari delle specie da me osservate, subito dopo la loro espulsione prendono le forme più diverse e strane: somigliano ora a trottole, ora a clave, ora a mannaie, ora a fusi diritti o piegati ad arco. Queste forme sono dovute a movimenti ameboidi e si succedono nell' *Ercolania Siotti* le une alle altre durante tutta la vita dei globuli.

Nella *Berghia coerulescens* i globuli polari presentano queste forme per breve tempo; poi diventano sferici, e tutta la loro superficie si cuopre di sottilissimi prolungamenti protoplasmatici diritti e rigidi, simili, nell' apparenza, a quelli degli Eliozoi.

p

Fig. 2

Nel secondo globulo polare dell' *Amphorina coerulea*, dopo i movimenti ameboidi, appariscono simili prolungamenti sottili; ma nel primo globulo o in ciascuno dei globuli derivati da semmentazione del primo, si sviluppa un grosso prolungamento conico (fig. 1-2) il quale poi, assottigliandosi, si trasforma in un tentacolo cavo terminato da un rigonfiamento a guisa di ventosa. Tutto il tentacolo si allunga e si accorcia rapidamente, come

un cannocchiale. Quando vi sono due primi globuli polari, spesso il tentacolo dell' uno si piega verso il vitello da una parte e quello dell'altro dalla parte opposta (fig. 3, *g·p*, *g·p'*). Quando l'estremità rigonfia del tentacolo è giunta a breve distanza dal vitello, una punta sottilissima, fortemente rifrangente, sporge fuori dal rigonfiamento e s'immerge nel vitello (fig. 4, *r*). Pochi minuti dopo, la punta rientra, e il tentacolo si addirizza rapidamente per tornare a ripiegarsi. Questi movimenti si ripetono con maggiore o minore frequenza sino alla formazione della blastula: poi il tentacolo rientra nel corpo del globulo polare, mentre questo perde la sua forma di pera e diventa ovoide o rotondo. Dal momento in cui comincia l'invaginazione gastrulare, appariscono i primi segni dell'atrofia nei globuli polari, i quali si staccano più tardi dall'embrione e vengono sbalzati qua e là nell'albume dai cigli del velo che si sviluppano.

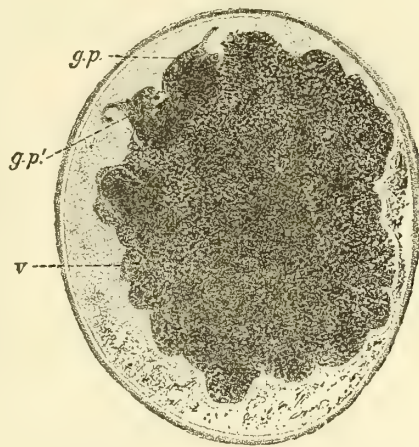



Fig. 3

I movimenti ameboidi sono stati notati da lungo tempo nei globuli polari di vari animali; non così i prolungamenti protoplasmatici e i tentacoli. Ciò può essere accaduto o perchè le osservazioni non sono state fatte sul vivo, o perchè realmente i globuli degli altri animali hanno perduto la facoltà di emettere pseudopodi e tentacoli.

Questa seconda ipotesi, pertanto, non dovrà essere ammessa se non quando saranno stati esaminati i globuli delle diverse specie allo stato vivente e colle precauzioni richieste dalla straordinaria delicatezza di queste formazioni.

Nel 1879 non avendo ancora osservato il ripiegarsi dei tentacoli verso il vitello e l'atto che essi fanno d'immergervi la loro punta, supposi che i globuli polari dovessero servire a procurare, dall'albume in cui sono immersi, qualche alimento al vitello cui sono uniti per un filamento. Ora però credo che quella supposizione non avesse fondamento, non essendo possibile che i globuli prendano dal vitello stesso l'alimento che dovrebbe servire per esso. Se i tentacoli hanno l'ufficio di prendere l'alimento, questo non può servire ad altro che a nutrire i globuli che li portano. Ma allora viene spontanea la dimanda: se il primo globulo serve ad espellere dall'uovo il plasma istogeno ormai inutile, giusta la teoria di W e i s m a n n,

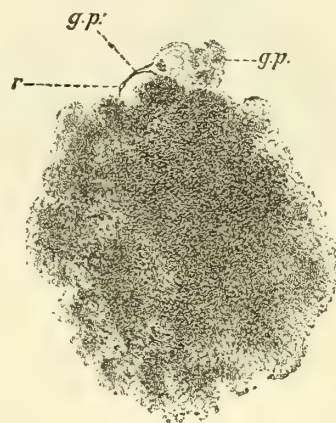



Fig. 4

o a scacciare il plasma maschile dell'uovo, giusta l'opinione di van Beneden e Minot, a che si svilupperebbero i tentacoli; a che tanto lusso di movimenti in questi? A che la nutrizione e il prolungarsi della vita dei globuli sino ad uno stadio molto avanzato dello sviluppo embrionale? Tutto ciò non sarebbe consono alle leggi economiche della natura (nella quale tutto è matematicamente calcolato), se coll'espulsione dall'uovo del primo globulo polare, il compito di questo fosse finito; e dovrebbe necessariamente esserlo, se consistesse nell'espulsione di un plasma inutile. È quindi logico ammettere che il primo globulo polare, o i due globuli che da esso derivano sovente, abbiano un altro significato, un'altra funzione da compiere dopo la loro formazione.

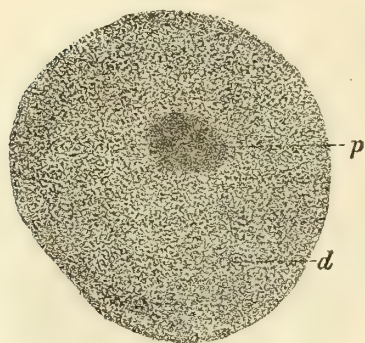



Fig. 5

Tutti riconoscono ormai che il nucleo del primo globulo polare è formato dalla metà della vescicola germinativa; ma non si sa ancora comunemente l'origine del protoplasma che forma il corpo di questo globulo, sebbene io l'abbia dimostrata sin dal 1879. La confermo ora colle mie nuove ricerche. Il protovo dell'*Amphorina coerulea* ha un protoplasma naturalmente colorato in verde (fig. 5, *p*) il quale viene poi circondato dal deutoplasma incoloro (fig. 5, *d*). Il protoplasma verde, o primitivo, si divide in due parti (fig. 6, *p*, *p'*), una delle quali è attratta da un polo, l'altra dall'altro polo del primo fuso direzionale. Si formano così gli astri del primo anfiastro direzionale, la cui metà esce dall'uovo per formare il primo globulo polare. Questo globulo, adunque, è formato dalla metà dell'uovo primitivo (fig. 7, *p*). L'altra metà rimane nella massa deutoplasmatica (fig. 6, 7, *p*, *p'*).

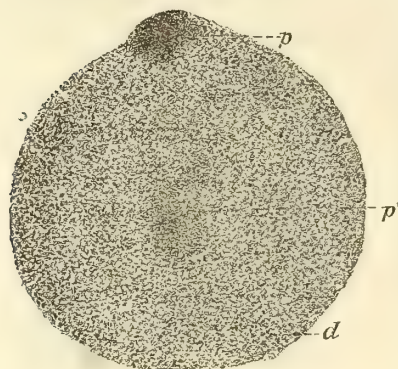



Fig. 6

Quando si forma il secondo fuso direzionale, la metà del protoplasma primitivo rimasta nell'uovo, si divide alla sua volta in due parti, una delle quali è attratta da un polo, l'altra dall'altro polo di questo fuso. Si formano così i due astri del secondo anfiastro direzionale. Una metà di questo viene espulsa per formare il secondo globulo polare; l'altra rimane nell'uovo per formare, colla sua parte nucleare, il pronucleo femminile, il quale viene circondato dal protoplasma primitivo che formava l'astro corrispondente. Questo protoplasma, col pronucleo femminile fecondato, si divide poi, insieme col deutoplasma, per formare i blastomeri. Il secondo

globulo polare, adunque, è formato dal quarto del protovo, mentre soltanto il quarto residuale di questo prende parte alla formazione dell' embrione.

Il protoplasma verde si divide secondo questo schema nel massimo numero delle uova in cui è in piccola quantità. Talvolta però la sua quantità è maggiore, e allora ne è attratta soltanto una parte ai due poli del primo fuso direzionale; l'altra sfugge all'azione polare di questo fuso. Quest' ultima parte e quella che formava l'astro interno del primo fuso direzionale, vengono divise in due parti eguali dal secondo fuso direzionale. In questi casi, il secondo globulo polare è grosso quanto il primo e talvolta anche di più.

p
p'
d

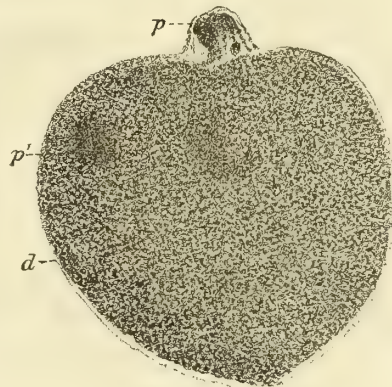



Fig. 7

Accade rarissimamente, forse una volta su cento, che la quantità di protoplasma verde rimasta nell'uovo dopo l'espulsione dei globuli polari, sia maggiore di quella impiegata per formarli. Questo fatto però è anormale, poichè l'evoluzione delle uova nelle quali l'ho osservato, non è mai andata al di là della prima semmentazione. Sembra che per l'espulsione della massima parte del protoplasma verde, il nucleo spieghi meglio la sua azione dinamica sul deutoplasma.

I globuli polari non si formano per gemmazione del deutovo, il quale si dividerebbe, secondo il comune degli osservatori, due volte in una parte più piccola ed una più grossa; ma per due divisioni successive del protovo in due parti eguali. Il deutoplasma non prende parte alla formazione dei globuli. Esso, però, durante quella formazione, risente l'azione del nucleo, la quale si limita a costringere le granulazioni lecitiche a disporsi in file corrispondenti ai meridiani del deutovo.

Viene così determinata l'origine del protoplasma dei globuli polari. Questo fatto, la cui importanza non isfuggirà ad alcuno, ho potuto dimostrare servendomi di un mollusco, le cui uova primordiali sono colorate in guisa che si possano distinguere dal deutoplasma che le circonda tardivamente.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Le figure intercalate nel testo di questo lavoro, sono riproduzioni in zinco-tipia di fotografie prese dal vero e rappresentano uova in diverse fasi di sviluppo dell'*Amphorina coerulea*, fissate colla soluzione di acido osmico 1 per 100.

Le fotografie furono fatte dal sig. Alberto Grieb adoperando l'obb. pantacromatico 3.0^{mm} di Leitz e l'ocul. di proiezione Zeiss 2.

Fig. 1 — Semmento di un vitello col primo globulo polare *p* poco fa formato.

Fig. 2 — Semmento di un vitello col primo globulo polare, dal quale emana un prolungamento *p* che poi si trasforma in un tentacolo.

Fig. 3 — Un uovo intero colla membrana dell'albume e l'albume, nel quale é immersa la morula.

$g{\cdot}p - g{\cdot}p'$, globuli polari formatisi per semmentazione del primo globulo. Ciascuno é munito di un tentacolo. Il secondo globulo polare trovasi a sinistra tra $g{\cdot}p'$ e *v*.

Fig. 4 — Una morula.

$g{\cdot}p - g{\cdot}p'$, due globuli polari, uno dei quali é munito di un tentacolo, dal quale vien fuori una punta *r* che s'immerge in una cellula della morula.

Fig. 5 — Uovo il cui albume non é stato rappresentato. — È nel periodo che precede la formazione dei globuli polari.

p, protoplasma primitivo verde.

d, deutoplasma.

Fig. 6 — Uovo il cui albume non è stato rappresentato. Il protoplasma primitivo verde si è diviso in due parti, una delle quali *(p superiore)* formerà il corpo del primo globulo polare; l'altra *(p inferiore)* resterà nell'uovo per dividersi di nuovo.

d, deutoplasma.

Fig. 7 — Uovo il cui albume non è stato rappresentato.

p, primo globulo polare in via di formazione. Nel suo interno si vede il protoplasma primitivo verde circondato dalla membrana vitellina sollevata.

p', protoplasma primitivo verde rimasto nell' interno del deutoplasma *d*.

RICERCHE SUGLI ALCALOIDI DEL MELAGRANO

SUI DERIVATI DELLA GRANATONINA

II. MEMORIA

DI

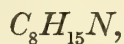
GIACOMO CIAMICIAN e PAOLO SILBER

(Letta nella Seduta del 27 Maggio 1894).

Nella nostra prima Memoria sulla granatonina (*), abbiamo dimostrato che da questo corpo, per successiva riduzione, si possono ottenere i seguenti alcaloidi, che sono perfettamente comparabili ai derivati della tropina:

Granatonina, $C_9H_{15}ON$,
Granatolina, $C_9H_{16}(OH)N$,
Granatenina, $C_9H_{15}N$,
Granatanina, $C_9H_{17}N$.

Quest' ultimo si forma, come è noto, per idrogenazione della granatenina, o anche direttamente dalla granatolina, con acido jodidrico e fosforo a 240°, assieme ad esso prende origine peró un' altra base, che contiene un metile di meno la *norgranatanina*,

$$C_8H_{15}N,$$

il di cui studio l'anno scorso era rimasto incompleto.

(*) *Gazzetta chimica*, 24, I, pag. 116.

V. (*) *Norgranatanina.*

Noi abbiamo ripreso perciò l' esame di questo interessante alcaloide ed in questo capitolo diamo la descrizione del suo comportamento.

Per ottenere più abbondantemente la norgranatanina conviene scaldare la granatolina a 260° invece che a 240°. Noi abbiamo scaldato, in ciascun tubo, 2 ½ gr. di base, con 10 c. c. d'acido jodidrico e 1 gr. di fosforo durante 6-8 ore. Dopo il riscaldamento i tubi contengono spesso dei cristalli colorati in bruno, ma senza tener conto di essi conviene trattare il prodotto con potassa e distillare in corrente di vapore; se l'operazione è stata ben condotta l'alcaloide si solidifica già nel refrigerante. Il distillato viene trattato con potassa, per spostare la base, ed estratto con etere; dalla soluzione eterea, seccata con potassa fusa e convenientemente concentrata, si precipita la norgranatanina allo stato di carbamato mediante una corrente di anidride carbonica secca. Nella soluzione eterea rimane sempre un miscuglio delle 2 basi terziarie, fra cui predomina quasi esclusivamente la granatanina, giacchè il residuo passa sempre fra 189-193°; esso viene distillato e sottoposto a nuovo trattamento con acido jodidrico e fosforo. Da 10 gr. di granatolina si ottengono in questo modo circa 6 gr. di carbamato puro. Esso fonde a 135-136°.

La norgranatanina libera si ottiene scomponendo i suoi sali, cloridrato o carbamato, con un eccesso di potassa concentrata, in forma di aghetti bianchi, filiformi, facilmente solubili nell' etere, d' un odore penetrante e disaggradevole. Per la grande avidità con cui attira l'anidride carbonica dell' aria, non abbiamo potuto determinare con esattezza il suo punto di fusione, che pare essere fra 50-60°.

Nella nostra precedente Memoria abbiamo descritto soltanto il cloroaurato, aggiungeremo ora, che il *cloridrato* forma una massa cristallina priva di colore, solubilissima nell' acqua ma non deliquescente;

il *cloroplatinato*, $(C_8H_{15}N)_2H_2PtCl_6$, si separa dopo qualche tempo, aggiungendo cloruro platinico alla soluzione non troppo diluita del cloridrato. Cristallizzato dall' acqua acidulata con acido cloridrico, in cui non è molto solubile, forma tavolette gialle, che a 255° non fondono ancora.

0,2770 gr. di questo sale, seccato nel vuoto, dettero 0,0808 gr. di platino.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{16}H_{32}N_2PtCl_6$
Pt	29, 17	29,49 .

(*) Continua la numerazione della precedente Memoria.

Già la formazione del carbamato dimostra che la norgranatanina deve essere una base secondaria, ma per accertare maggiormente questo fatto e nel tempo stesso anche la composizione del nuovo alcaloide, ne abbiamo preparato ed analizzato la nitrosammina ed il derivato benzoilico.

La *nitrosonorgranatanina*, $C_8H_{14}N \cdot NO$, si ottiene facilmente trattando la soluzione concentrata del cloridrato con una soluzione, del pari concentrata, di nitrito sodico, in presenza d'acido cloridrico; si forma tosto un intorbidamento a cui fa seguito la separazione d'una materia cristallina. Noi abbiamo scaldato poi il liquido fino ad ottenerlo limpido, per raffreddamento la nitrosammina cristallizza in gran copia. La si purifica facilmente dall'etere petrolico, da cui si separa in squame debolmente colorate in giallo, che fondono a 148°.

L'analisi ne confermò la formola:

I. 0,1619 gr. di materia ne dettero 0,3688 gr. di CO_2 e 0,1358 gr. H_2O.
II. 0,1324 gr. di materia svolsero 20 c. c. d'azoto, misurati a 9°,5 e 760,6 mm.

In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_8H_{14}N_2O$
	I	II	
C	62,12	— —	62,33
H	9,32	— —	9,09
N	— —	18,16	18,18.

La nitrosonorgranatanina si scioglie facilmente anche nell'etere, nel benzolo e nell'acqua bollente. Essa non dà la reazione di Liebermann, trattandola però con stagno ed acido cloridrico si riottiene facilmente l'alcaloide.

Noi abbiamo bollito 1 gr. di nitrosammina in soluzione cloridrica con limatura di stagno per circa mezz'ora. Il liquido, da cui per raffreddamento si separano dei cristalli, venne diluito con acqua a caldo fino a completa soluzione ed indi liberato dallo stagno con idrogeno solforato. Dal filtrato concentrato, si ottenne con potassa la base nella solita forma di aghi filiformi, che, sciolti nell'etere, dettero con anidride carbonica i noti prismi del carbamato, che fondevano a 136°.

La *benzoilnorgranatanina*, $C_8H_{14}N \cdot COC_6H_5$, venne preparata col metodo di Baumann, cioè con cloruro benzoilico in presenza di soda caustica. Ad 1 gr. di carbamato, trattato con soda al 10 p.cto, si aggiunse, senza tener conto dei cristalli dell'alcaloide libero, che si erano separati, il clo-

ruro benzoilico, agitando il miscuglio in un vaso a tappo smerigliato. A reazione compiuta si estrae la materia cristallina, che surnuota sulla liscivia, con etere; la soluzione eterea viene quindi agitata prima con acido cloridrico diluito, poi con soda ed in fine lavata con acqua e seccata con cloruro calcico. Svaporando l'etere e cristallizzando il residuo dall'etere di petrolio, si ottengono aghi privi di colore, che fondono a 111°.

All' analisi si ebbero numeri conformi alla suindicata formola.

0,1900 gr. di sostanza dettero 0,5455 gr. di CO_2 e 0,1437 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{15}H_{19}NO$
C	78,30	78,60
H	8,40	8,30.

Trasformazione della norgranatanina in α-propilpiridina.

La norgranatanina é isomera colle coniceine di A. W. Hofmann (*) e di Lellmann (**), ma sembra non essere identica con nessuna di esse, non per tanto la sua costituzione deve fino ad un certo punto corrispondere a quella di queste basi, perché la norgranatanina dà, come la γ-coniceina, l' *α-propilpiridina* (***). Tale fatto ha naturalmente una grande importanza perché dimostra la profonda analogia che esiste fra la granatolina e la tropina, giacché é noto, che la noridrotropidina di Ladenburg può essere trasformata in α-etilpiridina.

Per ottenere l'α-propilpiridina abbiamo seguito il metodo di Hofmann, che già in tanti casi si é dimostrato efficacissimo per eliminare gli idrogeni addizionati, dai derivati della piridina e chinolina. A questo scopo abbiamo sciolto 3 gr. di carbamato di norgranatanina nell'acido cloridrico diluito ed abbiamo distillato il sale risultante, seccato a 110°, con un eccesso di polvere di zinco. L'operazione venne eseguita in un tubo a combustione a mite calore, facendo passare in principio ed in fine dell'esperienza una corrente di idrogeno. Tosto che la reazione incomincia, l'idrogeno si svolge dalla massa così abbondantemente, che la corrente esterna

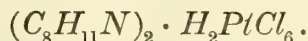
(*) *Berichte*. 18, pag. 7 e 112.

(**) *Berichte*. 22, pag. 1000. — Ibid. 23, pag. 2141. — *Liebigs Annalen*, 259, pag. 193.

(***) Vedi E. Lellmann e W. Otto Müller, *Berichte*, 23, pag. 680.

divienе superflua. Nel collettore si raccoglie un liquido oleoso, d'odore piridico, i di cui vapori arrossano però intensamente una scheggia d' abete intrisa d' acido cloridrico, perchè assieme alla propilpiridina si formano anche, in piccola quantità, dei prodotti pirrolici. Per eliminare questi, si scioglie la base nell' acido cloridrico diluito e si estrae con etere; la soluzione acquosa dà per svaporamento un residuo ancora molto colorato, che venne perciò ripreso con acido cloridrico concentrato e scaldato in tubo a 130°. Onde liberare la propilpiridina dalla base rimasta inalterata, si distilla il contenuto del tubo con potassa, si estrae con etere e si fa passare nella soluzione eterea, convenientemente seccata e concentrata, anidride carbonica. Noi abbiamo preferito studiare la base piridica allo stato di cloroplatinato e perciò la soluzione eterea, da cui s' era separato il carbamato di norgranatanina, venne agitata con acido cloridrico diluito, il cloridrato ottenuto per svaporamento, che era ancora colorato, venne ripreso con acqua e trattato con nero animale, in modo da ottenere una soluzione incolora, a cui venne in fine aggiunto il cloruro platinico. I cristalli, che si separarono, avevano subito il punto di fusione 170°, che si mantenne inalterato, anche dopo ulteriori cristallizzazioni dall' acqua, in cui si sciolgono abbastanza facilmente.

L' analisi condusse a numeri, che concordano esattamente con quelli richiesti dalla formola:

$$(C_8H_{11}N)_2 \cdot H_2PtCl_6.$$

I. 0,2948 gr. del sale, seccato nel vuoto, dettero 0,3182 gr. di CO_2 e 0,1034 gr. di H_2O.

II. 0,2052 gr. come sopra, dettero 0,0612 gr. di platino.

In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_{16}H_{24}N_2PtCl_6$
	I.	II.	
C	29,44	— —	29,47
H	3,89	— —	3,68
Pt	— —	29,82	29,85 .

Ladenburg (*) dà per il cloroplatinato di α-propilpiridina il punto di fusione 159-160°, però Lellmann e Müller (**), che ottennero questa base

(*) *Liebigs Annalen,* 247, pag. 20.
(**) *Berichte,* 23, pag. 681-682.

dalla γ-coniceina, trovarono anch'essi come noi, pel cloroplatinato un punto di fusione più elevato, cioè 172°. Questi chimici attribuiscono per ipotesi il disaccordo all' esistenza di due diverse α-propilpiridine, noi crediamo invece, che la differenza sia del tutto casuale, perchè le misure cristallografiche eseguite dal Prof. G. B. Negri sul nostro prodotto, coincidono perfettamente con quelle fatte da Wleugel e da Liweh su campioni di sostanza forniti loro dal Ladenburg, dunque col cloroplatinato che avrebbe il punto di fusione 159-160°.

Riportiamo per intero i dati numerici, che dobbiamo alla gentilezza del nostro amico Prof. G. B. Negri, e che compariamo con quelli trovati dai citati autori. In questo caso le misure cristallografiche hanno una grande importanza perchè, per una strana combinazione, anche il cloroplatinato di α-isopropilpiridina fonde secondo Ladenburg (*) a 170°.

	Wleugel		Liweh	Negri			
Angoli	Calcolati	Misurati		Medie	Limiti	n	Calcolati
001 : 100	— —	87°.13′	87°.01′	87°.17′	87°.10′½ — 87°.23′	8	87°.11′
111 : 1$\bar{1}$1	— —	80°.54′	80°.50′	80°.58′ *	80°.38′ — 81°.09′	14	— —
001 : 111	— —	63°.04′	63°.01′	63°.04′ *	62°.49′ — 63°.31′	13	— —
001 : 012	37°.29′	37°.28′	— —	37°.31′	37°.20′ — 37°.37′	15	37°.30′
001 : 11$\bar{1}$	66°.11′	66°.08′	66°.54′	66°.12′	66°.02′ — 66°.19′	7	66°.13′
111 : 11$\bar{1}$	50°.45′	50°.41′	50°.36′	50°.38′	50°.27′ — 51°.07′	7	50°.43′
100 : 111	50°.43′	— —	50°.48′	50°,46′ *	50°.33′ — 50°.54′	9	— —
100 : 11$\bar{1}$	52°.39′	52°.44′	52°.40′	52°.39′	52°.31′ — 52°.54′	9	52°.39′
111 : 012	41°.01′	41°.08′	-- —	40°.59′	40°.45′ — 41°.13′	10	41°.01′
$\bar{1}$11 : $\bar{1}\bar{1}$1	83°.32′	83°.30′	83°.45′	83°.30′	83°.20′ — 83°.40′½	4	83°.34′

Dagli angoli asteriscati il Prof. Negri calcola le seguenti costanti:

$$a : b : c = 1{,}0625 : 1 : 1{,}5368$$
$$\beta = 87°.11',$$

che differiscono appena da quelle date da Wleugel:

$$a : b : c = 1{,}0622 : 1 : 1{,}5356$$
$$\beta = 87°.13',$$

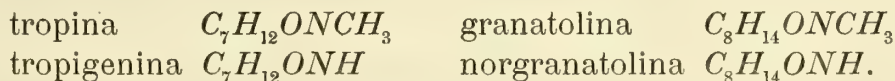
(*) *Liebigs Annalen*, 247, pag. 23.

tanto che un maggiore accordo non si potrebbe desiderare. Il Prof. Negri ha misurato inoltre altri 4 angoli, pei quali esiste del pari perfetta coincidenza fra osservazione e calcolo. Egli ha notato poi, come Wleugel, attraverso a (001) l' uscita dei due assi ottici, il cui piano è normale a (010). Gli assi compariscono sul lembo esterno del campo, formando un' angolo assai piccolo. C' è forte dispersione con $\rho > v$. Il Prof. Negri osservò una sfaldatura assai perfetta secondo (001), che è sfuggita tanto a Wleugel che a Liweh.

La comparazione cristallografica dimostra dunque nel modo il più evidente, che la base ottenuta dalla norgranatanina è l' α-propilpiridina.

VI. *Norgranatolina*, $C_8H_{15}NO$.

Ossidando a freddo la granatolina con permanganato potassico in soluzione alcalina si elimina un metile, e la base che risulta è secondaria. Come si vede anche in questo caso l' analogia di comportamento fra la granatolina e la tropina è perfetta, perchè, secondo le esperienze di Merling (*), questo alcaloide dà del pari per ossidazione col camaleonte una base secondaria, ch' egli chiama *tropigenina*, la quale corrisponde all' alcaloide, che noi proponiamo di chiamare *norgranatolina*:

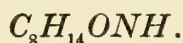
tropina	$C_7H_{12}ONCH_3$	granatolina	$C_8H_{14}ONCH_3$
tropigenina	$C_7H_{12}ONH$	norgranatolina	$C_8H_{14}ONH$.

Per preparare la nuova base vennero sciolti 5 gr. di granatolina in 200 gr. di acqua ed alla soluzione, resa alcalina con 5 gr. di potassa in 50 c. c. di acqua, si aggiunse, a poco a poco ed agitando continuamente il liquido, 550 c. c. d' una soluzione al 2 pcto. di permanganato potassico. L' ossidazione si compie agevolmente a freddo e dopo circa due ore tutto il camaleonte è scomposto. Si filtra e si lava ripetutamente con acqua fredda gli ossidi manganici e si concentra i filtrati, acidificati con acido cloridrico, a b. m.

Il residuo salino, quasi incoloro, che rimane indietro, contiene il cloridrato del nuovo alcaloide, che si ottiene senza difficoltà e subito abbastanza puro, sciogliendo il detto residuo in poca acqua, aggiungendo un forte eccesso di potassa solida ed estraendo con etere. La base si separa in aghetti bianchi, che sono poco solubili nell' etere; ripetendo però più volte il trattamento, si riesce ad esportare tutto il prodotto, che cristallizza

(*) *Liebigs Annalen der Chemie,* 216, pag. 343.

poi, depositandosi sulle pareti del vaso, durante la concentrazione della soluzione eterea. Essendo la base così poco solubile nell' etere, questo si presta benissimo per purificarla e difatti basta lavarla a caldo con etere per ottenerla perfettamente pura. Il rendimento è ottimo, da 5 gr. di granatolina si ebbero 4 gr. di prodotto purissimo. La norgranatolina fonde a 134°.

L' analisi dette numeri corrispondenti alla formola:

$$C_8H_{14}ONH.$$

0,1600 gr. di materia dettero 0,3973 gr. di CO_2 e 0,1557 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_8H_{15}NO$
C	67,72	68,08
H	10,81	10,63.

La norgranatolina è assai solubile nell' acqua e nell' alcool, dall'etere, in cui si scioglie a caldo difficilmente, cristallizza in aghi o prismi privi di colore; stando esposta all' aria va lentamente in deliquescenza ed attira l' anidride carbonica.

Il *cloridrato* è un sale cristallino e deliquescente.

Il *cloroaurato,* $C_8H_{15}NO \cdot HAuCl_4$, si ottiene subito per precipitazione in forma di aghetti gialli, che cristallizzano dall' acqua acidulata in prismetti appiattiti, d' un colore giallo pallido e fondono a 215°.

All' analisi si ottenne:

0,2868 gr. di sostanza, seccata sull' acido solforico, dettero 0,1170 gr. di oro.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_8H_{16}NAuCl_4$
Au	40,79	41,04.

Il *cloroplatinato* è solubilissimo e non si ottiene che lasciando svaporare la soluzione concentrata del cloridrato, trattata con cloruro di platino.

La *nitrosonorgranatolina,* $C_8H_{14}ON \cdot NO$, dimostra che il nuovo alcaloide è base secondaria. Trattando la soluzione concentrata del cloridrato

con nitrito sodico, si forma tosto un intorbidamento, a cui fa seguito la separazione di goccie oleose. Bollendo e poi raffreddando, il prodotto aumenta ma non si solidifica; venne estratto con etere parecchie volte, essendo poco solubile in questo solvente. Il residuo, sciolto nell'acqua bollente, si separa in fogliette larghe e quasi prive di colore, che fondono a 72-73°. Contengono acqua di cristallizzazione, che perdono stando a lungo nel vuoto. Il prodotto deacquificato fonde a 125°.

0,2694 gr. di sostanza perdettero nel vuoto sull' acido solforico, 0,0244 gr. di H_2O.

In 100 parti:

trovato		calcolato per $C_8H_{14}N_2O_2 + H_2O$
H_2O	9,06	9,58.

Il prodotto anidro ha la suindicata formola, come lo prova la seguente determinazione d' azoto:

0,1510 gr. di sostanza, deacquificata nel vuoto sull' acido solforico, svolsero 21,4 c. c. d' azoto, misurati a 19° e 755,8 mm.

In 100 parti:

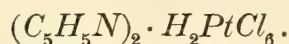
trovato		calcolato per $C_8H_{14}N_2O_2$
N	16,27	16,42.

Nè la nitrosammina idratata, nè quella anidra danno la reazione di Liebermann, si comportano dunque a questo riguardo come la nitrosonorgranatanina.

Distillazione del cloridrato sulla polvere di zinco.

Anche la norgranatolina viene privata in questo modo dagli idrogeni addizionati, ma in luogo di un derivato piridico, si ottiene la *piridina* stessa. La catena laterale viene dunque staccata. Noi abbiamo distillato il cloridrato, seccato a 110°, proveniente da 2 gr. di base, nel modo anzidetto. La reazione non procede così regolarmente come nel caso precedente ed il prodotto, che ha intenso odore piridico, non si scioglie completamente nell' acido cloridrico. Anche questa volta abbiamo notato la

presenza di derivati pirrolici. La base venne perciò scaldata con acido cloridrico concentrato, in tubo chiuso, a 130° ed il cloridrato, purificato nel modo già descritto, venne trasformato in cloroplatinato. Cristallizzando quest' ultimo da poca acqua, dette prismi rosso ranciati, che fondevano a 236-237° ed aveano la composizione del *cloroplatinato di piridina*:

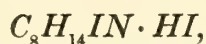
$$(C_5H_5N)_2 \cdot H_2PtCl_6 .$$

0,2802 gr. di sostanza dettero 0,2176 gr. di CO_2 e 0,0600 gr. di H_2O.

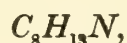
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{10}H_{12}N_2PtCl_6$
C	21,20	21,15
H	2,38	2,11 .

Azione dell'acido jodidrico sulla norgranatolina.

La norgranatolina contiene ancora l'ossidrile e si comporta perciò coll'acido jodidrico come la granatolina; scaldandola con questo acido, in tubo, a 140°, si trasforma nel joduro:

$$C_8H_{14}IN \cdot HI,$$

il quale per azione della potassa dà la base corrispondente alla granatenina,

$$C_8H_{13}N,$$

che noi chiameremo *norgranatenina*.

Noi abbiamo operato analogamente a quanto abbiamo fatto colla granatolina. 4 gr. di base vennero riscaldati, per circa 20 ore a 140° in un tubo chiuso, con 20 c. c. d'acido jodidrico distillato, della consueta concentrazione, e con 1 gr. di fosforo rosso. Siccome l' acido jodidrico salifica semplicemente l' ossidrile e non si scompone, non si trova pressione nel tubo. Il prodotto della reazione é un liquido, in cui, assieme al fosforo rimasto inalterato, si notano sospesi dei cristalli senza colore. Trattando tutto con poca acqua e scaldando, questi si disciolgono e si può separare il fosforo per filtrazione; dalla soluzione acida si depongono, dopo 24 ore, dei prismi incolori, che sono il joduro della sopraindicata composizione. Separati dal liquido e cristallizzati dall'acqua, in cui anche a caldo non

sono molto solubili, fondono a 221° con decomposizione. L'analisi ne confermò la suindicata formola:

I. 0,2752 gr. di sostanza dettero 0,2538 gr. di CO_2 e 0,1028 gr. di H_2O.
II. 0,1648 gr. di sostanza dettero 0,2045 gr. di AgI.

In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_8H_{15}NI_2$
	I.	II.	
C	25,15	— —	25,33
H	4,15	— —	3,96
I	— —	67,07	67,02 .

Il liquido acido, da cui si separarono i cristalli ora descritti, dà per trattamento con un eccesso di potassa, un alcaloide oleoso, d'odore poco intenso ma disaggradevole, che venne estratto con etere. Facendo passare nella soluzione eterea, seccata con potassa deacquificata e convenientemente concentrata, una corrente di anidride carbonica secca, si depositano sulle pareti del vaso dei cristalli, privi di colore, che fondono a 104°-106°.

Da 4 gr. di norgranatolina si ottennero nel modo ora descritto, 0,5 gr. del joduro $C_8H_{15}NI_2$ e 3,6 gr. del carbamato.

Noi non abbiamo fatto uno studio completo della base che si ottiene dalla norgranatolina per azione dell'acido jodidrico a 140°, ma non dubitiamo, ch'essa sia la norgranatenina della suindicata formola $C_8H_{13}N$.

Come si vede, tutte le basi secondarie di questo gruppo hanno la proprietà di combinarsi coll'anidride carbonica, proprietà che manca alle corrispondenti basi terziarie. Il composto solido suaccennato, che fonde a 104-106°, sarà senza dubbio il *carbamato di norgranatenina.*

Noi non lo abbiamo analizzato, ma ce ne siamo serviti per preparare degli altri sali.

Il *cloridrato di norgranatenina*, forma dei prismi che all'aria lentamente vanno in deliquescenza. A 250° non fondono ancora.

Il *cloroaurato di norgranatenina*, $C_8H_{13}N \cdot HAuCl_4$, si ottiene in forma di precipitato giallo, che cristallizza dall'acido cloridrico diluito in pagliette gialle, splendenti, che fondono a 186°.

All'analisi si ottennero i seguenti numeri:

I. 0,2969 gr. di sostanza dettero 0,2306 gr. di CO_2 e 0,0868 gr. di H_2O.
II. 0,4064 gr. di sostanza dettero 0,1732 gr. d'oro.

In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_8H_{14}NAuCl_4$
	I.	II.	
C	21,18	— —	20,78
H	3,25	— —	3,03
Au	— —	42,62	42,43.

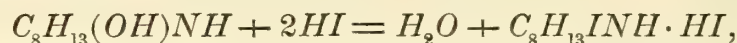
Il *cloroplatinato di norgranatenina*, $(C_8H_{13}N)_2H_2PtCl_6$, precipita in forma di tavolette d'un colore giallo rossastro. A 260° non fonde ancora.

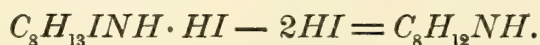
0,1390 gr. di questo sale dettero 0,0422 gr. di platino.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{16}H_{28}N_2PtCl_6$
Pt	30,36	30,32.

La norgranatolina dà dunque coll'acido jodidrico il jodidrato del corrispondente joduro:

$$C_8H_{13}(OH)NH + 2HI = H_2O + C_8H_{13}INH \cdot HI,$$

il quale perde per azione dell'alcali facilmente acido jodidrico per trasformarsi in norgranatenina:

$$C_8H_{13}INH \cdot HI - 2HI = C_8H_{12}NH.$$

La serie completa delle basi, da noi derivate dalla granatonina é dunque la seguente:

Granatonina, $C_8H_{12}ONCH_3$.

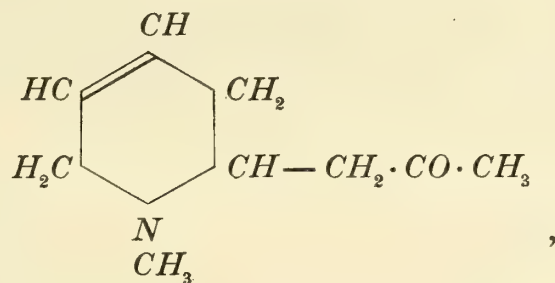
Granatolina,	$C_8H_{13}(OH)NCH_3$,	*Norgranatolina*,	$C_8H_{13}(OH)NH$,
Granatenina,	$C_8H_{12}NCH_3$,	*Norgranatenina*,	$C_8H_{12}NH$,
Granatanina,	$C_8H_{14}NCH_3$,	*Norgranatanina*,	$C_8H_{14}NH$.

Alla fine della nostra prima Memoria non abbiamo creduto conveniente aprire la discussione intorno alla struttura di questi alcaloidi. Il riserbo

era allora quanto mai opportuno, perchè ci mancava ancora la cognizione d' un fatto di fondamentale importanza: la trasformazione della norgranatanina in α-propilpiridina. Questo passaggio determina esattamente le relazioni che esistono fra i nostri alcaloidi ed i derivati dell' atropina; le analogie che manifestano, in tutto il loro comportamento chimico, la tropina e la granatolina e che continuano a sussistere nei loro derivati, facevano prevedere una profonda somiglianza di costituzione fra questi due gruppi di basi, questa somiglianza trova ora esatta espressione nel fatto, che mentre la noridrotropidina può essere trasformata in α-etilpiridina, la norgranatanina dà, con lo stesso processo, l' α-propilpiridina.

La granatolina è dunque l' omologo superiore della tropina, ed anche la posizione del metile, per cui essa differisce da quest' ultima, è fino ad un certo punto determinata. Se però in base a questo ravvicinamento, si tenta di costruire la formola di struttura della granatonina o dei suoi derivati, si incontrano difficoltà, che dimostrano come il materiale sperimentale sia ancora insufficiente alla soluzione del problema. Le considerazioni, che noi crediamo opportuno di fare, sono perciò da riguardarsi come un primo tentativo, che noi pubblichiamo col *massimo* riserbo.

I fatti finora meglio accertati e più importanti, di cui bisogna tener conto, sono sopratutto due: la formazione di acido fenilgliossilico ($C_6H_5 \cdot CO \cdot COOH$) per ossidazione del *granatone*, $C_8H_{10}O$, ed il suaccennato passaggio della norgranatanina alla α-propilpiridina. In quanto al granatone la sua costituzione non è ancor sicura, tutto però farebbe supporre, che esso sia un diidroacetofenone. Tenendo conto di ciò e della analogia esistente fra tropina e granatolina, si potrebbe attribuire alla granatonina la seguente formola di struttura:

```
            CH
         //    \
      HC         CH2
      |           |
     H2C         CH — CH2·CO·CH3
         \      /
            N
           CH3                      ,
```

che corrisponderebbe a quella che Ladenburg (*) dà ora alla tropina. Questa formola renderebbe conto senza difficoltà della trasformazione della norgranatanina in α-propilpiridina, e potrebbe anche, fino ad un certo punto, spiegare la scissione del jodometilato di granatonina in dimetilam-

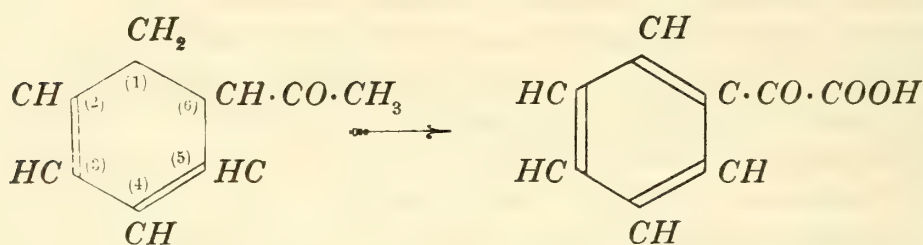
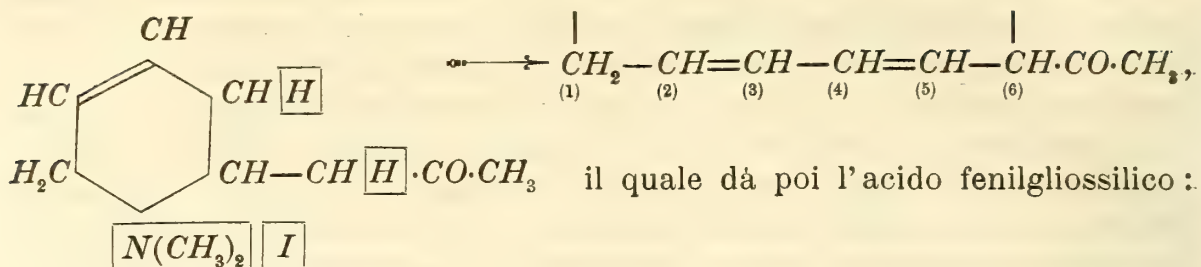
---

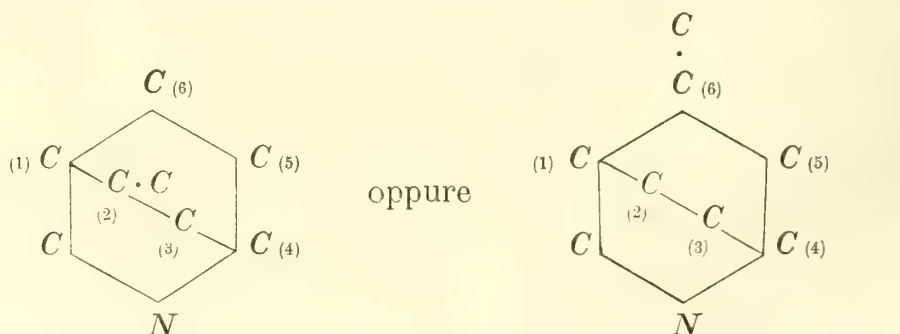
(*) *Berichte* 26, 1065 e *Liebigs Annalen* 279, pag. 351.

mina e granatone, per ebollizione con barite:

$$\begin{array}{c} CH \\ HC \quad CH\boxed{H} \\ H_2C \quad CH-CH\boxed{H}\cdot CO\cdot CH_3 \\ \boxed{N(CH_3)_2}\ \boxed{I} \end{array} \longrightarrow \underset{(1)}{CH_2}-\underset{(2)}{CH}=\underset{(3)}{CH}-\underset{(4)}{CH}=\underset{(5)}{CH}-\underset{(6)}{CH}\cdot CO\cdot CH_3,$$

il quale dà poi l'acido fenilgliossilico:

$$\begin{array}{c} CH_2 \\ CH \quad CH\cdot CO\cdot CH_3 \\ HC \quad HC \\ CH \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} CH \\ HC \quad C\cdot CO\cdot COOH \\ HC \quad CH \\ CH \end{array}.$$

Dopo i recenti lavori di Merling noi non crediamo però, che le vedute di Ladenburg possano essere accettate senza discussione; a noi sembra anzi, che la formola della tropina sostenuta da questo illustre autore non corrisponda più a tutti i fatti e massime a quelli posti in rilievo da Eykman (*). Se dunque la formola di Ladenburg non ci sembra più sostenibile, dobbiamo però aggiungere che anche quella di Merling non ci appare ancora sufficientemente provata. Data la grande analogia, che esiste fra la tropina e la granatolina, non è possibile trattare della costituzione di quest' ultima, senza toccare da vicino la difficile questione che riguarda la prima. Ora, ammettendo le formole di Merling per la tropina ed i suoi derivati, bisognerebbe attribuire agli alcaloidi da noi studiati una struttura fondamentale corrispondente ad uno dei due seguenti schemi:

$$\begin{array}{c} C_{(6)} \\ {}_{(1)}C \quad C\cdot C \quad C_{(5)} \\ {}_{(2)} \quad C \\ C \quad {}_{(3)} \quad C_{(4)} \\ N \end{array} \quad \text{oppure} \quad \begin{array}{c} C \\ \cdot \\ C_{(6)} \\ {}_{(1)}C \quad C \quad C_{(5)} \\ {}_{(2)} \quad C \\ C \quad {}_{(3)} \quad C_{(4)} \\ N \end{array},$$

(*) *Berichte* 26, pag. 1400.

onde spiegare la formazione di α-propilpiridina dalla norgranatanina; ma così facendo si trova una grande difficoltà a darsi ragione del modo come possa ottenersi l'acido fenilgliossilico dal granatone. Perchè anche non facendo nessuna ipotesi sulla costituzione di quest'ultimo, nè sulla posizione e funzione dell'atomo di ossigeno nella granatonina, risulta evidente, che per scissione del jodometilato di questa, con eliminazione di dimetilammina, dagli schemi suindicati deriverà sempre un anello benzolico *bisostituito* in posizione « orto » (1, 2 oppure 1, 6), che naturalmente non può corrispondere all'acido fenilgliossilico.

Le formole di Merling non si prestano dunque a rappresentare la costituzione della granatonina e dei suoi derivati e questa difficoltà le rende a nostro avviso poco attendibili in genere, perchè noi non crediamo che gli alcaloidi da noi studiati possano avere una struttura essenzialmente diversa da quella delle basi derivanti dall'atropina.

Per ora non stimiamo opportuno proporre un nuovo schema di formole, diverso da quello di Ladenburg e di Merling, perchè ci sembra che prima di farlo sia necessario attendere i risultati di ulteriori esperienze.

SULLE LOCALIZZAZIONI ANATOMO-PATOLOGICHE

E

SULLA PATOGENESI DELLA TABE

MEMORIA

DEL

PROF. FLORIANO BRAZZOLA

(Letta nella Seduta del 13 Maggio 1894).

Le localizzazioni anatomo-patologiche e la patogenesi della tabe, non-ostante tutti i lavori pubblicati anche recentemente, sono tuttora incerte e controverse. Gli ultimi lavori (ricordo in modo speciale quelli di Flechsig (¹), di Krauss (²), di Raymond (³), di Eccard (⁴), di Redlich (⁵), di Schmaus (⁶), di Eichhorst (⁷), di Borgherini (⁸), di Marinesco (⁹), di Blocq (¹⁰), di Marie (¹¹), di Wollenberg (¹²), di Darier (¹³), di Goldscheider (¹⁴), di Dejerine (¹⁵) ecc.) hanno sicuramente portato preziosissimi contributi allo studio della tabe, ma in genere, o confermano dati già noti sulle degenerazioni dei cordoni spinali, o riferiscono particolarità istologiche sulle lesioni spinali, oppure richiamano l' attenzione sulla compar-

(1) *Neurologisch. Centralbl.* Bd. IX, 2-3.
(2) *Archiv für Psychiatr.* XXXIII, 2, p. 387.
(3) *Revue de Medecine.* XI, 1, p. 1.
(4) *Inaugural-Dissertatio.* Erlangen 1892.
(5) *Wien. Jahrbuch. f. Psych.* XI, 1-2, 1892.
(6) *Deutsches Archiv. f. Klin. Med.* XLVI, 2, p. 113.
(7) *Virchow's Arch.* CXXIV, 1, p. 25. — *Deutsche med. Wochenschr.* XVII, 23.
(8) *Revue de Neurologie.* I, 11, 1893.
(9) *Wiener med. Wochenschr.* XLI, 51-52.
(10) *Gazette hebdom. de med. et de chirurg.* N. 13-14.
(11) *Progrès Médicales.* XX, N. 52.
(12) *Archiv. für Psych. und Nervenkr.* XXIV, 2.
(13) *Gazette hebdom. de med. et de chirurg.* N. 5.
(14) *Zeitschrift für Klin. Med.* XIX, N. 5 e 6.
(15) *Semaine med.* XII, N. 63. — *Progrés med.* XXI, 1.

tecipazione nel processo morboso dei gangli spinali, e dei nervi periferici.

In precedenti lavori io invece, come era già stato iniziato da Jendrasky e da Hyrt, rivolsi l'attenzione specialmente sull' encefalo, e cercai di dimostrare che la tabe deve essere considerata un'affezione generale del sistema nervoso, non già una malattia spinale: le lesioni del midollo spinale non costituiscono l' essenza anatomo-patologica della malattia, ma il sistema nervoso é interessato in tutte le sue parti, prevalentemente nei centri sensitivi e vie sensoriali.

Ritorno ora sulla questione con nuovo materiale di studio, con nuove osservazioni. Sono altri tre casi di tabe, a diverso periodo di sviluppo, che potei minutamente esaminare, e siccome ebbi l'opportunità di accompagnare il processo morboso, si puó dire nelle sue fasi evolutive, cosí trovo utile riferirne i risultati, mettendoli in relazione colle osservazioni antecedenti. Questi tre casi poi sono importantissimi anche per il fatto che, la morte avvenne per altri processi morbosi, e quindi le lesioni poterono essere meglio stabilite nelle loro diverse fasi evolutive. Per poterli poi studiare convenientemente, pur cercando di essere per quanto é possibile conciso, riferiró le storie cliniche dei singoli casi colle relative alterazioni anatomo-patologiche minute, riservandomi di fare in ultimo quei raffronti e quelle considerazioni che crederó opportune. Devo i migliori e piú vivi ringraziamenti al Prof. Murri ed al Dott. Ruffini i quali misero a mia disposizione il materiale di studio.

I. CASO

Maria C. — Nulla, o ben poco, si puó sapere dell' anamnesi, perché l'ammalata si rifiuta a fare il racconto di quanto le é successo nella vita. Ammaló di reumatismo articolare, e dopo non le fu piú possibile fare lavori appena un po' faticosi, venendo subito presa da cardiopalmo ed affanno di respiro. Entró nell' ospedale maggiore di Bologna, accusando questi disturbi ed all' esame obbiettivo fu riscontrato un vizio cardiaco: insufficienza mitrale e vizio composto dell' aorta. L' attenzione si fermó sulle lesioni del cuore e la cura fu diretta su di esso.

Dopo alcuni giorni di degenza nell' ospedale l' ammalata accusó fenomeni di diplopia, fenomeni i quali, secondo l' asserzione dell' ammalata, non si erano mai presentati prima di entrare nell' ospedale. Interrogata si poté sapere che dopo il suo ingresso nell' ospedale aveva sofferto dei dolori lancinanti agli arti inferiori, dolori i quali peró non erano molto intensi, tantoché li aveva sopportati, senza richiamare su di essi l' attenzione di quanti la circondavano.

L'esame obbiettivo, per quanto si riferisce al sistema nervoso, diede i seguenti dati:

I muscoli della faccia, sia nello stato di riposo che in funzione, agiscono normalmente; solo nei muscoli motori dei bulbi oculari si nota una certa deficienza: vi è un leggerissimo strabismo. Nella lingua nulla degno di nota. La motilità sia attiva che passiva degli arti è conservata; solo nella deambulazione ad occhi chiusi si osserva un leggiero vacillamento della persona. Le sensibilità in genere sono conservate, solo la tattile e la termica sono un po'confuse, specialmente negli arti inferiori. Il senso muscolare è quasi completamente conservato, un po'diminuito negli arti inferiori. Manca il riflesso patellare d'ambo i lati; le pupille sono miotiche; la sinistra un po' più ampia della destra; non reagiscono affatto alla luce e solo in modo appena percettibile all'accomodazione.

Sensi specifici poco alterati; solo si nota leggera diminuzione delle facoltà visiva e diplopia manifestissima. Venne fatta la diagnosi di tabe dorsale allo stadio iniziale. L'ammalata morì per disturbato compenso cardiaco.

Lesioni anatomo-patologiche. — Riferisco unicamente i risultati dell'indagine microscopica, poichè le lesioni macroscopiche nulla presentavano degno di nota speciale (va senza dirlo per parte del sistema nervoso) e perchè non farei che ripetere cose note.

L'indagine microscopica venne portata su tutto il sistema nervoso, sia centrale che periferico: encefalo, midollo spinale, gangli spinali, nervi periferici. Il materiale venne sempre raccolto nel maggior stato possibile di freschezza, fissato colle maggiori cure nei diversi liquidi di cui disponiamo, a preferenza liquido di Müller, e soluzioni di bicromato di potassio a diverso grado di concentrazione. L'inclusione venne fatta in celloidina, e furono usati i diversi metodi di ricerca e di colorazione di cui oggi possiamo disporre.

Rispetto al procedimento d'esame poi, il midollo spinale, il midollo allungato, i peduncoli ecc. furono sezionati sempre in serie; il cervello venne esaminato nelle sue diverse parti, circonvoluzione per circonvoluzione, sostanza bianca, nuclei della base ecc. I metodi poi che specialmente usai furono quelli di Golgi originale e modificato, quello di Weigert, di Vassale, di Pal, di Exner, di Henle e Merkel, di Martinotti, di Freud, di Lövvit, di Marchi. — I migliori risultati li ebbi col metodo Golgi per la corteccia cerebrale e con quello di Weigert, leggermente modificato, per il midollo spinale. Il metodo di Golgi qualora sia ben condotto serve benissimo anche nell'istologia patologica, anzi è il solo che ci può far conoscere alcune alterazioni che sfuggono agli altri metodi. Le reazioni al nitrato d'argento però erano sem-

pre fatto contemporaneamente ad altri metodi, specialmente bleu di metilene, fuxina acida, carmino, metodo di Weigert; e ciò per avere dei sicuri termini di confronto.

Per il midollo spinale invece usai a preferenza il metodo di Weigert, apportandovi però alcune modificazioni che già indicai, almeno in parte, in altri lavori, e che trovo ora conveniente riferire di nuovo con alcune altre varianti che trovai utilissime.

I pezzi che devono essere sezionati sono inclusi in celloidina, disposti in ordine e debitamente contrassegnati con dei numeri. Al momento di fare le sezioni si preparano dei vetrini porta oggetti di grande formato, numerati o con inchiostro fissativo o con un diamante: vi si distende sopra un sottile strato di albumina glicerica, preparata di fresco, come se si trattasse di fissare le sezioni incluse in paraffina col metodo di Mayer.

Le sezioni vengono mano mano prese dal coltello del microtomo con pezzettini di carta Joseph, (o giapponese, od anche di sigarette) e disposte in serie sopra la carta stessa. Ciò fatto si passano sul vetrino, rovesciandovi sopra la carta. Esercitando un po' di pressione con un pennello le sezioni aderiscono al vetrino porta oggetti e, sollevando la carta, vi restano disposte in serie. Si lascia evaporare l'alcool, finchè le sezioni sono semiasciutte, e quindi si immergono i vetrini in vasi contenenti la soluzione di acetato neutro di rame, lasciandole per due ore circa alla temperatura ordinaria. Passato questo tempo si lavano, si lascia sgocciolare un po' la soluzione di acetato e senz' altro vi si versa sopra la soluzione di ematossilina Weigert, ponendoli per $^3/_4$ d'ora circa in una camera umida alla temperatura ordinaria se d'estate, oppure per $^1/_2$ ora alla stufa a 35°. Passato questo tempo si lavano rapidamente nell'acqua, quindi si mettono a scolorare nella soluzione di ferricianuro, fino a differenziazione completa. Si lavano poscia ripetutamente in una soluzione alcalina allungatissima (potassa o soda caustica all' 1 p. 10000) quindi in acqua distillata, e per ultimo si disidratano e si rischiarano con olio di garofani e collo xilol e finalmente si montano in balsamo xilolo. Se si vuole avere una colorazione più intensa ed estesa alle minime fibrille si protrae l'immersione nell' acetato e la colorazione nell' ematossilina, fino a 12-24 ore per l'acetato, 1 o 2 ore per l'ematossilina, oppure si ricorre alla stufa a 37°.

Lesioni del midollo spinale. — Le lesioni del midollo spinale sono proprie nel loro inizio e ad un esame superficiale quasi sfuggono. Solo ad un' osservazione minuta e nei preparati con fina differenziazione appaiono chiaramente le lesioni tabetiche iniziali. Questo caso è importante anche per questo motivo, e, non ostante tutti i lavori pubblicati sulle lesioni del midollo spinale, trovo non del tutto superfluo riassumere le lesioni minute nel caso che presento.

La pia meninge è leggermente inspessita, sovratutto nel segmento posteriore; i sepimenti che dalla meninge si portano nel midollo sono alquanto inspessiti, specialmente nel solco posteriore e nel limite fra il fascio di Goll e di Burdach ed in corrispondenza alle radici posteriori, la nevroglia in genere pur essa leggermente aumentata, sebbene in modo appena percettibile.

La degenerazione delle fibre è in questo caso molto limitata. Essa si può dire che interessa diffusamente i cordoni posteriori, prevalentemente però il fascio di Burdach, e di questo la parte centrale (zona radicolare posteriore di Charcot). La lesione poi non è ugualmente avanzata e diffusa in tutte le sezioni del midollo spinale. In genere l' incipiente sclerosi nel fascio di Goll ed in quello di Burdach, è estesa a tutta la lunghezza del cordone, solo nella regione lombare la degenerazione dalla colonna postero-interna (fascio di Goll), va estendendosi maggiormente nella postero-esterna, (fascio di Burdach), ed in modo quasi uniforme e graduale. La parte più lesa è la cervicale; mano mano che ci portiamo verso la regione dorsale e lombare la lesione va diminuendo, e per lo meno rendendosi più diffusa, e nella regione lombare va portandosi verso il corno posteriore e le radici dei nervi, schiacciandole. Questa zona di sclerosi contigua al corno posteriore nella regione dorsale è più circoscritta, andando verso la regione lombare si rende più diffusa e si porta anche verso il fascio di Goll. Nella regione dorsale appare chiaramente anche l' inizio della sclerosi del fascio a virgola di fibre corte, degenerazione la quale si può benissimo accompagnare in su verso la regione cervicale e nel midollo allungato, dove va come espandendosi nel funicolo cuneato.

Si nota pure un' incipiente sclerosi periferica, diffusa a tutte le sezioni del midollo.

La sclerosi incomincia, almeno dall' impressione che si riceve, attorno ai vasi, i quali si rendono dilatati, ed indubbiamente in preda ad un processo infiammatorio lento. Si vedono anche dei vasi di nuova formazione e qua e là delle forme cariocinetiche negli elementi fissi della nevroglia, la quale appare in genere aumentata ed inspessita.

La neoformazione connettivale procede dai fasci preesistenti e dalle pareti vasali e mano mano va estendendosi, mentre le fibre nervee cadono in atrofia; l' ultimo a scomparire è il cilindrasse.

Anche nella sostanza grigia si notano delle alterazioni incipienti. Diverse cellule delle corna posteriori sono in preda ad atrofia semplice o pigmentale; il reticolo fibrillare delle corna, come pure quello delle colonne di Clarke e della sostanza gelatinosa di Rolando, si vedono pure in preda ad incipiente atrofia.

Nel midollo allungato, fino ad un certo punto, si possono accompagnare le fibre degenerate, specialmente nel funicolo cuneato, ma tosto si perdono, od almeno si possono distinguere con difficoltà, atteso il numero limitato delle fibre alterate e la posizione diffusa che prendono.

Nel ponte, nei peduncoli e sulla capsula interna, difficilmente si possono distinguere con sicurezza fibre generate, ad ogni modo però in certi punti si trovano degli elementi in preda ad atrofia.

I nervi ottici, il chiasma ed i tratti ottici sono pure in preda ad incipiente atrofia, e sclerosi.

Lesioni nell' encefalo. — Nella corteccia cerebrale si trovano chiari i fatti d' un lento processo infiammatorio, il quale ha portato come conseguenza l' atrofia di un numero più o meno grande d' elementi nervosi. I vasi sanguigni in genere sono dilatati ed inspessiti, le meningi sottili pure inspessite, in preda a lento processo infiammatorio e si cacciano piuttosto profondamente sulla sostanza cerebrale corticale, portando sempre l' impronta dell' infiammazione cronica.

I fatti infiammatorî poi sono chiaramente manifesti nella corteccia cerebrale: i piccoli vasi sono dilatati, in alcuni punti si nota vera migrazione, negli elementi della nevroglia qua e là si notano delle forme cariocinetiche.

Gli elementi nervosi in genere si vedono in preda ad atrofia semplice o pigmentale, specialmente nei primi strati corticali (primo strato di Golgi). Nei preparati fatti col metodo di Golgi, con quello di Weigert modificato, con quello di Exner, colle colorazioni mediante il bleu di metilene, si vede come gli elementi incomincino a perdere i prolungamenti ed a colorarsi malamente; il protoplasma si rende sempre più omogeneo, si raggrinza e non rimane che il nucleo con una traccia di protoplasma; finalmente scompare anche il nucleo. Negli strati profondi si vede anche qualche elemento in preda ad atrofia pigmentale. La nevroglia invece è aumentata per vero processo iperplastico, e qua e là si notano delle forme cariocinetiche.

Le singole zone corticali però non sono egualmente interessate nel processo morboso. I lobi frontali in questo caso sono poco presi e così pure i lobi occipitali; sono invece molto interessati nel processo infiammatorio ed incominciano i fatti di degenerazione nelle circonvoluzioni centrali, specialmente nella parietale ascendente, dove sono già ben manifesti i fatti degenerativi, mentre nelle altre circonvoluzioni prevalgono i fatti infiammatorî.

Anche nella sostanza bianca si vedono i vasi congesti, dilatati, con fenomeni infiammatorî diffusi e diverse fibre in preda a degenerazione ed atrofia.

Gli stessi fatti si notano, sebbene molto meno avanzati, nei nuclei della base.

Il cervelletto è in preda allo stesso processo infiammatorio iniziale, con alcuni elementi in via di degenerazione atrofica.

I vasi encefalici in genere (carotide interna, basilare, silviane, comunicanti, cerebrali ecc.) sono tutte prese di endoarterite, processo il quale si diffonde anche ai piccoli vasi.

I nervi periferici, specialmente quelli degli arti inferiori (sciatico e crurale) appaiono in preda ad endoneurite, ed alcune fibre vanno scomparendo per atrofia: la mielina va gradatamente segmentandosi e dissolvendosi in goccie; la stessa sorte subisce la guaina perineurica ed il cilindrasse.

I gangli spinali incominciano pure ad essere coinvolti nel processo infiammatorio e degenerativo: le cellule peró non sono ancora prese: é invece interessato il connettivo interstiziale e le fibre nervose.

II. CASO

Raffaele B. d' anni 50. — Rispetto all' anemnesi remota nulla di ereditarietá né dal lato paterno, né da quello materno. Godette buona salute fino a 28 anni, nella qual' epoca contrasse un' infezione sifilitica grave, non stata mai curata con cura specifica.

Passati i fenomeni secondarî stette relativamente bene fino ai 39 anni, allorquando una mattina, improvvisamente, si trovó incapace di aprire l' occhio destro, con perdita completa della vista da quell' occhio. Dopo 40 giorni circa di cura elettrica l' occhio ritornó, si puó dire, nelle condizioni di prima. Continuó cosí in buona salute fino al principio del 1891, in cui incominció ad avvertire dei dolori folgoranti negli arti inferiori, ed un altro dolore, non costante peró, in corrispondenza alla regione parietale destra. Verso la fine del 1891 poi s' accorse che la potenza visiva andava perdendo molto, specialmente nell' occhio destro.

Nel 1892 a questi fenomeni se ne aggiunsero altri: deambulazione stentata, con facile senso di stanchezza, stimolo frequente all' orinazione con perdita involontaria dell' orina e considerevole diminuzione nel potere sessuale. Sembra che in quest' epoca non sentisse giá bene il terreno sotto i piedi. Nell' aprile 1892 entrava nella clinica medica diretta dal Prof. Murri, dove peró rimase poco tempo. Si notarono allora i seguenti fatti: cefalea nella regione parietale destra, dolori lancinanti agli arti inferiori, diminuzione del potere visivo, lieve strabismo divergente destro, abolizione o quasi dei riflessi patellari, profonda ipoestesia agli arti inferiori con zone ane-

stetiche; andatura incerta, non però vera incoordinazione. Curato coll' ioduro migliorò alquanto, ed in maggio lasciò di nuovo la clinica.

Fino all' estate del 1893 si sentì alquanto meglio, i dolori lancinanti in ispecie erano diminuiti; tosto però insorse una grande prostrazione di forze, impossibilità di camminare, grande indebolimento della vista, disturbi intestinali ed in dicembre entrò di nuovo in clinica.

All' esame obbiettivo, da parte del sistema nervoso, si notarono i seguenti fatti.

Mobilità. — Nella faccia, allo stato di riposo, si osserva che la rima palpebrale sinistra è un po' più stretta della destra, e le rughe frontali meno manifeste a sinistra che a destra, l' angolo boccale sinistro un po' stirato all' esterno. Nei movimenti mimici poi si nota una prevalenza d' azione del ramo inferiore sinistro del 7°, mentre dei rami superiori prevale il destro.

Si nota strabismo divergente nell' occhio destro: nella convergenza degli assi visivi l' occhio destro non viene portato verso l' angolo interno. Nell' occhio sinistro invece v' è un certo grado di paresi del retto inferiore. I movimenti coniugati sono compiuti normalmente o quasi. Le pupille sono miotiche, prevalentemente quella di sinistra. La lingua è deviata a destra, l' arcata palatina sinistra più alta della destra.

La motilità attiva e passiva degli arti e del capo è, si può dire, normale: solo facendo estendere le braccia si nota un leggiero tremore, specie alle dita e più spiccato nella mano destra.

Sensibilità. — La sensibilità tattile è diminuita negli arti superiori; in corrispondenza alla regione mammaria, ascellare e scapolare sinistra vi è una regione di completa anestesia tattile. La sensibilità dolorifica è conservata sulla faccia ed arti superiori, diminuita in corrispondenza alla zona anestetica, abolita o quasi negli arti inferiori. La sensibilità termina confusa nelle zone anestetiche e negli arti inferiori.

Il senso muscolare è un po' indebolito negli arti inferiori.

Riflessi. — Sia i superficiali che i profondi sono aboliti. Il riflesso rotuleo è appena appena accennato ed anche non costantemente, quello del tendine d' Achille abolito. Il riflesso pupillare assente, sia alla luce che all' accomodazione.

Sensi specifici. — Dei sensi specifici la vista è quasi completamente abolita, per atrofia del nervo ottico; udito ed odorato indeboliti, il gusto sembra conservato.

La stazione eretta ad occhi chiusi e piedi avvicinati è impossibile, la deambulazione è incerta, nel camminare vacilla e batte alquanto il tallone, non vi è però incoordinazione molto spiccata. La parola è libera: l' intelligenza molto limitata.

La diagnosi di tabe non poteva ammettere alcun dubbio.

Quest'ammalato però soffriva anche gravi disturbi da parte dell'apparecchio digerente, e dopo qualche tempo, si potè diagnosticare anche un cancro primitivo del fegato. Fu anzi quest'ultima lesione che affrettò l'esito letale: l'individuo morì il 21 Dicembre 1893.

Lesioni anatomo-patologiche. — Anche in questo caso, per le ragioni dette antecedentemente e per lo spazio limitato che mi è concesso, non mi fermo che sulle lesioni microscopiche del sistema nervoso; lasciando anche completamente da parte le lesioni degli altri organi, che per noi non hanno ora alcun interesse.

Midollo spinale. — Ad un'osservazione anche superficiale del midollo di questo caso, si riceve subito l'impressione di una tipica meningo-mielite. Le meningi spinali infatti sono moltissimo inspessite, i setti si cacciano profondamente nel midollo, ed appaiono molto ingrossati, i vasi poi molto dilatati ed in preda ad avanzata endoarterite.

Rispetto alle degenerazioni, e quindi in preparati ottenuti col metodo di Weigert modificato o con quello di Pall, si trova degenerato completamente ed in tutta la sua estensione il fascio di Goll, quello di Burdach poco degenerato, specialmente conservato verso la zona radicolare di Charcot e le radici sensitive: degenerato invece quasi completamente il fascio laterale anteriore ascendente, e leggermente anche il fascio cerebellare diretto. Tutto attorno al midollo lo strato periferico è più o meno sclerozato.

Ad un esame più minuto si vede che, come ho ricordato più sopra, il midollo spinale è in preda ad una vera meningo-mielite con tutte le sue conseguenze. Nella sostanza bianca appare una forte iniezione vasale diffusa, ed in genere la nevroglia è aumentata. La degenerazione dei cordoni si comporta come venne detto sopra. Il fascio di Goll è profondamente degenerato in tutta la sua estensione; le diramazioni vasali che dalle meningi si cacciano tra il fascio di Goll e quello di Burdach sono molto iperplastiche. La leggera degenerazione del fascio di Burdach pare quasi diffusa da quello di Goll, va cioè diminuendo mano mano che si porta verso il corno posteriore, le radici nervose e la commessura posteriore. Anche nel fascio di Goll la degenerazione è molto più avanzata verso la parte periferica, e così pure nel cordone antero-laterale ascendente e nel cerebellare diretto. Il processo appare come iniziato, in parte almeno, dalle meningi e vasi meningei, e gradatamente la si vede invadere la sostanza del midollo.

Anche la sostanza grigia è profondamente interessata, sovratutto nei rigonfiamenti cervicale e lombare. Spiccano in genere i fenomeni infiamma-

torî: la dilatazione vasale, l'aumento della nevroglia, le lesioni regressive negli elementi nervosi, i quali si vedono in preda ad atrofia semplice o pigmentale. Anche in questo caso il reticolo fibrillare é quasi scomparso, sia nelle corna posteriori, che nelle colonne di Clarke e nella sostanza gelatinosa di Rolando. Le radici posteriori sono poco schiacciate, essendo il fascio di Burdach relativamente conservato.

Nel midollo allungato, in sezioni in serie, si accompagnano benissimo i fasci degenerati, almeno i principali, nel funicolo gracile e nel cuneato. Si vedono mano mano passare nello spazio interolivare e nei corpi restiformi. Le cellule del pavimento del 4° ventricolo sono profondamente alterate. Nei peduncoli cerebrali si trovano diverse fibre degenerate e veramente nella porzione interna della crusta, come pure all' esterno del fascio piramidale.

I nervi ottici, il chiasma, i tratti ottici sono, si puó dire, completamente sostituiti da tessuto connettivo. Nei corpi quadrigemini e genicolati si riscontrano le fibre delle vie ottiche completamente degenerate.

Cervello. — In questo caso troviamo una tipica meningo-encefalite, con atrofia delle cellule nervose e delle fibre mieliniche ed aumento della nevroglia. Si riceve l' impressione del cervello di un individuo affetto da paralisi progressiva.

Sono innanzi tutto caratteristiche le lesioni vasali. Tutte le arterie dell' encefalo sono in preda ad avanzata arterite, prevalentemente endoarterite; processo che si diffonde anche ai vasi minimi ed ai capillari. La pia meninge é enormemente inspessita, in preda ad un tipico processo infiammatorio cronico. Nelle meningi, come pure nella sostanza corticale, si notano estesi infiltramenti infiammatorî. La nevroglia é in genere aumentata, solo in qualche parte, specialmente nelle circonvoluzioni centrali, é anch' essa in preda ad atrofia.

La corteccia cerebrale poi é indubbiamente in preda ad un' encefalite lenta. In alcuni punti i vasi sono dilatati e circondati da elementi connettivali giovani, in altri invece sono come circondati da un alone di connettivo vecchio che li strozza. Le cellule ganglionari, sovratutto nei primi due strati di Golgi (strato delle piccole cellule piramidali e strato principale) sono in preda ad un avanzato processo di atrofia.

Queste lesioni in genere e l' atrofia sono piú o meno avanzate a seconda delle circonvoluzioni: le piú interessate sono la parietale ascendente, le temporali, le occipitali, quindi le frontali; la frontale ascendente peró é poco lesa.

Gli stessi fatti infiammatorî e degenerativi si notano anche nella sostanza bianca: iniezione vasale, atrofia di un certo numero di fibre qua e lá sparse, focolai di degenerazione e di rammollimento, sovratutto nel limite tra sostanza bianca e sostanza grigia.

Nel cervelletto sostanzialmente si hanno gli stessi fatti notati nel cervello: un processo infiammatorio cronico, con tutte le sue conseguenze.

Nei nervi periferici poi si nota, specialmente in quelli dell' arto inferiore, una lenta neurite con atrofia di un certo numero di fibre e fascetti nervosi.

I gangli spinali sono pure lesi da un processo infiammatorio cronico e sue conseguenze: le cellule gangliari però, anche in questo caso, sono molto meno lese che il connettivo e le fibre.

III. CASO

Carlo G. d' anni 45. — La madre a 47 anni ammalò, a quanto pare, da paralisi progressiva e morì dopo 5 o 6 anni; uno zio materno morì per emorragia cerebrale; del resto nulla degno di nota speciale.

Riguardo all' anamnesi prossima, poco si può sapere. Sembra che sia sempre stato bene fino a circa l' età di 40 o 41 anni, tranne un' infezione malarica e delle lesioni veneree, di cui non si potè ben stabilire la natura, se sifilitiche cioè o meno. All' età di circa 40 anni si presentarono fatti di diploplia e quasi contemporaneamente, durante il giorno, delle trafitture che, dalle gambe, mano mano andarono estendendosi alle braccie ed a tutto il corpo. Qualche anno dopo s' aggiunse un senso di fascia, che dai lombi si portava in avanti verso l' epigastrio, e finalmente, in principio del 1892, s' accorse che l' andatura era incerta. Continuò tuttavia il suo ufficio di portalettere fino al maggio 1892 nella qual epoca, mentre saliva una scala, fu colto da un capogiro per cui ruzzolò da diversi gradini e venne condotto all' Ospedale incosciente. Si riebbe però subito e riprese il suo servizio. I dolori alle gambe ed alle braccia si resero più intensi, e si facevano sentire anche di notte, si aggiunsero disturbi nella sensibilità delle mani, e disturbi nella minzione; le condizioni della vista andavano peggiorando, l' andatura si rese sempre più vacillante, per cui si decise di entrare in clinica medica, dove fu accolto il 4 Novembre 1892.

In clinica si notarono i seguenti fenomeni da parte del sistema nervoso:

Motilità. — Agli arti inferiori un poco diminuita la forza, ma in modo uniforme, così pure agli arti superiori, coi quali, ad occhi chiusi, compie movimenti un po' atassici: il senso muscolare è un po' alterato. L' andatura non è atassica nel vero senso della parola, è invece incerta, titubante, vacillante. Vi ha paresi del 3° paio e del 6° del lato sinistro. Si nota una ptosi manifesta della palpebra sinistra. Si nota anche un po' di nistagmo oscillatorio laterale del bulbo destro, specie se gli assi visivi vengono rivolti lateralmente; in tale direzione della visuale ha diplopia manife-

stissima; se invece l' oggetto é di fronte vede giustamente l' immagine reale. Vi ha paresi del ramo inferiore del 7° di destra. La lingua é un po' tremula, non deviata.

Sensibilità. — Leggiera ipoestesia diffusa agli arti inferiori. Fascia di anestesia tattile che comprende il tronco dalle regioni sottoclaveari alla linea trasversa ombelicale. Ipoestesia all' arto superiore sinistro un po' più sensibile che al destro. Sulle spalle, sul collo, e faccia specialmente, la sensibilità tattile é ben conservata. Lieve ipoalgia sugli arti inferiori, sul tronco, ed arti superiori, tranne che alla faccia. Sensibilità termica esagerata specie per il freddo: le impressioni termiche sono pronte e percepite giustamente, tranne il freddo che é avvertito in modo prontissimo e gli suscita senso di molestia.

Il senso muscolare é un po' alterato.

Riflessi. — I superficiali sono pronti. I tendinei sia del tricipite che il rotuleo mancano completamente. Le pupille sono leggermente midriatiche ed immobili sia alla luce che all' accomodazione.

Sensi specifici. — Ambliopia spiccata all' occhio sinistro, leggiera al destro. Sensi del gusto e dell' olfatto ottusi d' ambo i lati, l' udito conservato discretamente a destra, indebolito a sinistra.

Presenta notevoli disturbi nella minzione: avverte poco lo stimolo, e si ha perdita involontaria.

La diagnosi di tabe, anche in questo caso, non poteva essere dubbia, e la sezione la confermó pienamente.

Alterazioni anatomo-patologiche. — Nel descrivere le lesioni anatomo-patologiche di quest' ultimo caso, saró per quanto é possibile breve, e ció per non ripetere cose giá dette. L' essenza anatomo-patologica é sempre la stessa; un lento processo infiammatorio il quale induce atrofia negli elementi del sistema nervoso; perció non indicheró che le differenze di grado e le localizzazioni anatomo-patologiche delle lesioni.

In questo caso si puó dire che nel midollo spinale la degenerazione é localizzata al fascio di Burdach, almeno prevalentemente. Questo fascio infatti si trova completamente degenerato in tutta la sua lunga, specialmente poi nella zona radicolare posteriore di Charcot. Il processo appare iniziato da questo punto e successivamente esteso alle altre parti. Il fascio di Goll é relativamente conservato e cosí pure il cerebellare diretto ed il fascio antero-laterale ascendente: nella parte periferica vi ha una leggiera sclerosi estesa a tutto il midollo.

Riguardo alle alterazioni minute, si notano sempre i fatti capitali descritti negli altri casi. La pia meninge é alquanto inspessita, coi vasi in preda ad arterite e ad endoarterite. Anche nella sostanza bianca del mi-

dollo i vasi sono in preda a lento processo infiammatorio e la nevroglia in genere é aumentata. I fatti di degenerazione sopra notata non sono egualmente avanzati nelle diverse regioni del midollo. Nella porzione cervicale i fasci di Burdach sono moltissimo alterati, nella loro parte centrale non vi é piú una fibra conservata; la degenerazione poi va diminuendo portandosi verso la sostanza grigia, e la commessura posteriore. Il fascio di Goll é leggermente sclerosàto, ma in modo uniforme; solo in corrispondenza del solco posteriore si nota una striscia in cui la degenerazione é piuttosto avanzata. Nella porzione dorsale si riscontra pressapoco la stessa disposizione, solo che nel fascio di Burdach la sclerosi appare piú stipata nel fascio a virgola, mentre in quello di Goll assume un carattere piú diffuso. Nell' ultima porzione dorsale poi e nella porzione lombare la degenerazione si puó dire interessa in modo diffuso tutti i cordoni posteriori.

Nella sostanza grigia sommariamente si osservano sempre gli stessi fatti: le fibre collaterali sono molto alterate per non dire scomparse, specialmente il fascio sensitivo motrice (riflesso motrice); le cellule delle corna posteriori pure in preda a fenomeni atrofici, prevalentemente le cellule dei cordoni (Cayal): nei vasi e spazî linfatici le solite lesioni.

Questi fasci degenerati poi si accompagnano nel midollo allungato, spazio introlivare, corpo restiforme ecc. secondo i dati anatomici ricordati nei casi antecedenti.

Venendo poi alla corteccia cerebrale, sostanzialmente troviamo sempre le stesse lesioni.

Lo strato maggiormente interessato é il primo, la zona molecolare, nella quale si puó dire sono completamente scomparse le fibre orizzontali a mielina di Kölliker, come pure sono profondamente lese le cellule proprie di questo strato (cellule di Cayal). Anche negli altri strati peró si notano profonde lesioni nelle cellule e nelle fibre collaterali in genere. Il processo morboso anatomicamente é sempre lo stesso: una lenta infiammazione con tutte le sue conseguenze. Le diverse circonvoluzioni poi, anche in questo caso, non sono egualmente interessate: i lobi parietali sono i piú lesi, vengono dopo i lobi occipitali, i frontali, i temporali.

La sostanza bianca presenta anch' essa le note di un lento processo infiammatorio il quale, come esito, ha portato, in certe parti almeno, all' atrofia.

Nel cervelletto troviamo lesioni corrispondenti; esso peró é interessato in modo diffuso, e piuttosto profondamente.

Nei gangli spinali e nei nervi periferici si notano le stesse lesioni dei casi precedenti; degno di nota peró é il fatto che anche qui le cellule dei gangli sono relativamente conservate, mentre le fibre e lo stroma sono piuttosto profondamente lesi.

CONCLUSIONI

Le conclusioni alle quali devo venire dopo lo studio di questi altri tre casi, sono quelle stesse che già espressi in altri miei lavori antecedenti: sono quindi molto più avvalorate e sicure.

La tabe non deve essere considerata una malattia primitiva del midollo spinale, sibbene un'affezione generale del sistema nervoso. Il midollo spinale é ammalato, ma le sue lesioni non costituiscono l'essenza anatomo-patologica del processo morboso: il sistema nervoso é interessato in tutte le sue parti, prevalentemente nei centri sensoriali e nelle vie sensitive.

L' essenza anatomo-patologica consiste in un lento processo infiammatorio, il quale, secondariamente, induce degenerazioni ed atrofie negli elementi proprii del sistema nervoso. La nevroglia, quale tessuto dotato di maggior attività cellulare, in genere subisce fenomeni progressivi, come pure il tessuto connettivo nel vero senso della parola: gli elementi del sistema nervoso invece, come molto più vulnerabili, dopo un primo periodo, brevissimo, di aumentata attività cellulare, subiscono fenomeni regressivi.

La causa di tutte queste lesioni deve agire per la via dei vasi, i quali sono i primi ad ammalare; successivamente poi il processo si diffonde al connettivo, alla nevroglia, agli elementi proprii del sistema nervoso. Il processo morboso non incomincia dagli elementi nervosi.

La sifilide poi é la causa che più frequentemente entra in atto nello sviluppo della tabe. Senza entrare particolarmente nella questione dei rapporti tra tabe e sifilide, questione la quale sovratutto in questi ultimi tempi ha dato luogo a tanti e tanti lavori (Erb, Gowers, Moebius, Drumond, Raymond, Marie ecc.) io ammetto uno stretto nesso genetico tra sifilide e tabe dorsale. Nei casi da me descritti la sifilide era sicura, o per lo meno moltissimo probabile, del resto basterebbero le lesioni dei vasi per far pronunciare quest'asserzione. Certamente altre cause possono agire concomitantemente, ma certo la sifilide ha la maggiore importanza. Quale sia il meccanismo d'azione dell'agente della sifilide non si puó dire sicuramente, essendo ancora poco conosciuto il virus stesso della sifilide, ad ogni modo non deve essere il microorganismo in sé, sibbene le sostanze chimiche solubili, le albumine tossiche.

Se ora vogliamo dedurre alcune considerazioni sulla *patogenesi* della tabe, incontriamo difficoltà grandissime, e ció anche per le limitate nostre cognizioni sulla fisiologia del sistema nervoso. Qual'é la lesione primaria del sistema nervoso, quella da cui dipende tutto il quadro clinico ed anatomo-patologico del processo morboso? Sappiamo che dalla generalità degli

autori la lesione dei cordoni posteriori venne sempre ritenuta l' affezione primaria della tabe e tutto si spiegava con questa lesione. Ultimamente invece si incominciarono a sollevare dei dubbi: alcuni ritennero come primarie le lesioni encefaliche (Jendrasky, Hyrt, Brazzola) altri invece ammisero quali affezioni primitive, quelle dei gangli spinali e periferici e delle radici posteriori (Leyden, Dejerine).

I fatti notati in questi altri tre casi descritti, nei quali le lesioni tabiche erano o nel loro inizio o pochissimo progredite, essendo la morte avvenuta per altre malattie, parmi appoggino sempre più le vedute da me già esposte, che cioè l' affezione primaria nella tabe deve essere nell' encefalo. Le lesioni spinali, quelle dei gangli, e dei nervi periferici anche in questi casi erano o appena iniziate, o pochissimo progredite, mentre l'encefalo, la cortecia cerebrale e cerebellare in ispecie, presentavano alterazioni molto più spiccate e progredite.

La degenerazione dei cordoni posteriori non può essere primaria, ed in altri lavori io dissi che se non temessi d' essere troppo ardito e di mettere fuori un' opinione completamente contraria a quanto si ammette oggi, oserei dire che la degenerazione dei cordoni posteriori è secondaria alle lesioni encefaliche corticali. Pur tenendo calcolo delle lesioni dei gangli spinali e delle radici posteriori, pur tenendo calcolo dei lavori di Leyden, Dejerine, Marie ecc., pur tenendo calcolo delle ultime pubblicazioni sull' anatomia e sulla fisiologia del sistema nervoso, io insisto su questo modo di vedere. Per quanto è noto i cordoni interessati nella tabe degenerano in direzione centripeda; ma chi può negare che lese o distrutte le cellule terminali sensitive alla corteccia, con cui queste fibre sono in connessione, dette fibre non possano cadere in una specie di atrofia ex non uso?

Dietro i concetti espressi certamente la sintomatologia della tabe trova una spiegazione molto diversa e assai più naturale. Non intendo passare in rassegna tutta la sintomatologia, mi fermo ai sintomi capitali.

Le manifestazioni da parte della vista in genere, manifestazioni che nella maggioranza dei casi si presentano per le prime, non devono essere di origine spinale, sibbene di origine encefaliche. Prescindendo anche dai fenomeni di discromatopsia e di daltonismo che si osservano in certi casi, e dei quali ne descrissi io pure uno, fenomeni indubbiamente di origine corticale, anche le altre manifestazioni, sia da parte del nervo ottico, sia da parte della pupilla, sia da parte dei muscoli motori, devono essere di origini encefaliche. Le lesioni notate nella corteccia, nel cuneo, quelle delle eminenze quadrigemini, quelle delle vie ottiche ne danno una prova chiarissima. Importante in uno dei nostri casi è il nistagmo su cui richiamò ultimamente l' attenzione anche il Clarke; indubbiamente questo fenomeno deve essere d' origine cerebrale.

L' incoordinazione dei movimenti, l' atassia tabica, il sintoma capitale della malattia che ci occupa, è sempre stato oggetto di moltissime controversie. La coordinazione fisiologica dei movimenti con tutta probabilità deve essere un fenomeno automatico, il quale in parte potrà dipendere da azioni riflesse dei muscoli, e delle vie di senso del midollo in genere, ma deve specialmente essere legata alle funzioni del cervelletto e della corteccia cerebrale.

Non posso entrare minutamente in questa questione, perchè la natura del lavoro non me lo permette; sappiamo quante diverse vedute siansi manifestate (Erb, Friedreich, Goldscheider, Strümpel, Gowers, Grasset ecc.); per me ritengo che la perdita della sensibilità cutanea, che le lesioni dei nervi periferici, dei gangli e del midollo spinale non sono sufficienti a spiegare l'atassia tabetica. Anche questo fenomeno deve essere, per la massima parte almeno, di origine encefalica. Le lesioni della corteccia cerebrale, quelle del cervelletto, quelle delle fibre che mettono in relazione il cervello col cervelletto, la scomparsa delle fibre di associazione devono essere i fattori primi dell' incoordinazione. Le altre lesioni, specialmente quelle delle fibre radicolari, quelle del fascio di Goll, delle fibre corte del midollo, quelle dei nervi periferici, l' anestesia cutanea, potranno cooperare nella produzione dell' atassia, ma in modo secondario. Anche il fenomeno di Romberg non può dipendere dall' anestesia cutanea; deve essere di origine centrale, quasi una specie di vertigine.

Le alterazioni della sensibilità, per quanto limitate ed incerte siano le nostre conoscenze attuali, trovano certamente una spiegazione molto più plausibile nelle lesioni ricordate in tutto il sistema sensoriale, specialmente nella corteccia, che non nelle semplici lesioni spinali o periferiche.

Lo stesso si dica dell'abolizione dei riflessi. Sappiamo quanto controverse siano le vedute sopra questo argomento e quanti lavori siano stati pubblicati anche recentemente. Purtroppo la spiegazione di questo fatto colle semplici lesioni spinali, non riesce sempre facile. Qualora invece si tenga calcolo delle lesioni delle fibre collaterali del midollo spinale, specialmente delle fibre riflesso-motrici, delle lesioni periferiche e sovratutto poi delle lesioni encefaliche corticali, anche questo sintomo trova una spiegazione molto più razionale.

In vista di tutti questi fatti e considerazioni, io perciò, come già feci in altri lavori, concludo che:

La tabe deve considerarsi quale malattia generale del sistema nervoso e non una malattia del midollo spinale o dei gangli periferici. Il sistema nervoso anatomicamente è interessato tutto nel processo morboso, prevalentemente i centri sensoriali e le vie di senso. Con tutta probabilità la parte primitivamente lesa è l' encefalo: le altre parti, tra cui il midollo,

ammalano, ed in modo caratteristico, ma per la maggior parte successivamente e secondariamente. L' essenza anatomo-patologica della malattia consiste in un lento processo infiammatorio, il quale secondariamente induce atrofia e degenerazione negli elementi del sistema nervoso. La sifilide, nella maggioranza dei casi almeno, è la causa precipua della malattia.

ALCUNE RICERCHE

SULLA

EMIPLEGIA DELLA LARINGE NEGLI ANIMALI DOMESTICI

MEMORIA

DEL

PROF. ALFREDO GOTTI

(Letta nella Sessione del 27 Maggio 1894).

Quantunque la letteratura veterinaria possedesse già alcune pubblicazioni pregevoli su quest' argomento, di un interesse pratico specialissimo, perché si ritiene generalmente che é a causa della emiplegia della laringe, che, il più delle volte, si produce quel particolar modo di respirazione rumorosa, detta rantolo o corneggio laringeo del cavallo; pure il lavoro pubblicato da Möller nel 1888 « Das Kehlkopfpfeilen des Pferdes » (1) acquistò, a ragione, una importanza grandissima, perché con esso, oltre a venir meglio precisate le nozioni anatomiche già possedute ed ampliate quelle riguardanti le alterazioni patologiche delle parti paralizzate della laringe; si apporta pure un utile perfezionamento al processo operativo, usato già da Günther e poscia da Bassi (2) contro il rantolo laringeo del cavallo, dovuto ad emiplegia.

Si fu appunto dopo letta questa interessante pubblicazione del Möller, tradotta in francese dal Hendricks (3), che nel 1889 cominciai; coll' intendimento di produrre nel cavallo il rantolo da emiplegia della laringe, per poscia poter applicare il processo operativo perfezionato dal Möller; ad eseguire prove sperimentali, prima sopra solipedi domestici e poscia anche sopra alcuni cani.

Queste prove, da allora a tutt' oggi, ogni qualvolta mi si presentarono

---

(1) Stuttgart 1888.

(2) *Giornale di Medicina Veterinaria.* Torino, An. 1864.

(3) *Annales de Médicine Vétérinaire* 1888.

occasioni favorevoli, sono andato ripetendole, per cui ora il numero di esse non é del tutto trascurabile.

E quantunque con questi sperimenti, non abbia raggiunto l' intento che mi ero proposto di ottenere; pure essi mi permisero di raccogliere alcune osservazioni, che, se non erro, non mancano di qualche importanza. È di questi esperimenti e di queste osservazioni che intendo fare argomento di questa breve memoria.

Il 24 Luglio 1889 dispongo di un cavallo baio di circa 10 anni d' etá, in discreto stato di nutrizione. Fatto camminare al trotto lesto per qualche tempo mi assicuro che é affatto immune da rantolo. Viene sdraiato nel letto da operazioni, messo supino fissando gli arti ad una sbarra e distesa la testa ed il collo; dopo accurata disinfezione, metto allo scoperto, al terzo superiore del collo, buon tratto del *nervo ricorrente sinistro*, lo isolo e ne comprendo una buona porzione (circa dieci centimetri) fra due allacciature che stringo fortemente, e ció allo scopo di determinare un disordine paralitico nella metá sinistra della laringe.

Disinfettata la ferita e suturata la incisione cutanea, l' animale é fatto rialzare e subito sollecitato a correre al trotto; ma non rilevo alcun anormale rumore nella respirazione.

Ben sicuro di aver compreso, fra le due allacciature, il nervo ricorrente sinistro, mi sorprese alquanto questo risultato negativo.

Pensai peró di ripetere l' osservazione, quando la lesione di continuitá si fosse del tutto riparata.

Il 25 Luglio ripetei lo stesso esperimento in un muletto di un anno e mezzo circa d' etá, dieci mesi avanti comprato dalla Scuola, affetto da voluminoso esomfalo, e che, trattato con operazione cruenta, ne era guarito.

Compresi fra le due allacciature circa sei centimetri del nervo ricorrente sinistro, al mezzo del suo corso cervicale.

Fattolo galoppare subito dopo, rilevai, appena fermato, un leggerissimo rantolo della durata di pochi secondi.

Il 26 Luglio scelgo un somaro intero, di taglia media, di circa otto anni d' etá. Esso trotta abbastanza spedito e non dá segno di rantolo. Dopo averlo disposto nel modo stesso che ho detto per il cavallo e per il muletto, misi allo scoperto il nervo ricorrente sinistro molto in alto, ne isolai un buon tratto e ne escisi un pezzo di oltre dieci centimetri. Disinfettata e suturata la ferita e fattolo rialzare, venne subito messo al trotto e poscia al galoppo, ma non lasció sentire rantolo laringeo, anche a lieve grado.

Nel cavallo dopo 14 giorni la riunione della ferita era completa; era

guarita per ben due terzi di prima, il rimanente per granulazione; non era rimasta infiltrazione alcuna nei tessuti sotto cutanei.

Allora, per parecchi giorni di seguito, sottoposi il cavallo alla prova del trotto, gli feci tirare un carretto carico di pesi, cercai di eccitarlo in diversi modi; lo feci pure atterrare, senza poter constatare l' esistenza di rantolo laringeo.

Scorsi 62 giorni dall' esperimento, furono ripetute le stesse prove, ma ancora senza risultati.

Solo se comprimevo leggermente, attraverso la pelle e la parete faringea dall' indietro in avanti ed in basso, l' aritnoide sinistra, provocavo un legger rantolo; ma fatta la stessa manovra su quella di destra ho lo stesso risultato, solo che il rantolo da questo lato è assai più debole.

Il cavallo venne ucciso ottanta giorni dopo l' esperimento e ne esaminai con diligenza il nervo ricorrente e la laringe.

La porzione del nervo ricorrente compresa fra le due allacciature, che trovai circondate da un legger strato di tessuto connettivo compatto; e tutta quella porzione che dal disopra del laccio inferiore va fino alla laringe, é atrofica e ridotta al neurilemma.

Il contorno limitante l' entrata della laringe é sensibilmente assimetrico; il lembo superiore della cartilagine aritnoidea sinistra é *un poco* inclinato verso il cavo sopra glottico.

È notevolissima l' atrofia dei muscoli crico-aritnoideo posteriore, crico-aritnoideo laterale, tiro-aritnoideo e aritnoideo del lato sinistro. Confrontati con quelli della metà destra, essi sono scoloriti e ridotti a meno della metà di volume, e specialmente nel crico-aritnoideo posteriore molti fascetti di fibre muscolari sono quasi completamente scomparsi, tanto alla superficie che profondamente e sostituiti da tessuto connettivo denso.

Il pezzo di nervo ricorrente, compreso fra le allacciature e quello superiore ad esse, lascia, all' esame microscopico, constatare la scomparsa delle fibre nervose in totalità; pure la porzione del nervo al disotto della allacciatura più bassa, per un certo tratto, mostra molte fibre nervose in preda a degenerazione grassa e gli elementi del neurilemma in proliferazione.

Anche in molti punti dei muscoli laringei di sinistra, il microscopio lascia vedere interi fascetti muscolari in preda a degenerazione grassa e proliferazione del connettivo interstiziale.

In conclusione questo esperimento dimostrava, che, nonostante si fosse prodotta una notevole atrofia ed una estesa degenerazione grassa nei muscoli di un lato del laringe, le quali indubbiamente avevano resa inattiva la funzione dei medesimi, la cartilagine aritnoide di questo stesso lato si

era pochissimo deviata verso il cavo sopra glottico e dopo 80 giorni, dacché era stata fatta l' allacciatura del nervo, non si era manifestato alcun rantolo laringeo.

Un risultato così diverso da quello che mi aspettavo, mi decise di conservare in vita per molto tempo il muletto e l' asino; ritenendo che formandosi così a poco a poco lesioni atrofiche di più in più gravi nei muscoli laringei, si sarebbe prodotta una deviazione più notevole nella parte cartilaginea corrispondente e quindi una condizione più favorevole alla manifestazione del rantolo.

Nel muletto e nell' asino le ferite si ripararono con rapidità, per cui 25 giorni dopo l' esperienza furono sottoposti a diverse prove; ma anche per un trotto e galoppo continuati per qualche tempo, nè l' uno nè l' altro lasciava rilevare indizio di rantolo laringeo.

Nel muletto comprimendo l' aritnoide sinistra, nella maniera già indicata, si determinava un corneggio abbastanza forte, che, invece, era appena accennato comprimendo la destra.

Questa stessa prova nel somaro non dava risultati. In seguito ogni uno o due mesi si ripeterono le prove, ma rantolo non mi venne fatto di poter constatare.

Li 11 di Luglio 1890, dopo circa un anno dall' esperimento, il somaro venne sacrificato, assicuratomi però prima, facendolo trottare a lungo, che non aveva corneggio.

Esaminai attentamente la laringe e il nervo ricorrente sinistro.

Il contorno d' entrata della laringe era alquanto assimetrico, a causa di un limitato spostamento dell' aritnoide sinistra, che col suo orlo libero piega un poco verso il cavo sopra glottico. Nessuna differenza apprezzabile nella mucosa tappezzante lo spazio sopra glottico fra la metà sinistra e la metà destra di esso.

L' atrofia è notevolissima nei muscoli crico-aritnoideo posteriore, aritnoideo, crico-aritnoideo laterale e tiro-aritnoideo del lato sinistro. Specialmente il crico-aritnoideo posteriore è ridotto ad un sottile strato di tessuto fibroso biancastro, con pochi fascetti muscolari di un rosso sbiadito.

Il pezzetto del nervo ricorrente, rimasto fra il limite superiore dell' incisione e il muscolo crico-aritnoideo posteriore, è ridotto ad un sottilissimo filamento.

All' estremità centrale del nervo, dove era caduto il taglio inferiore, si vedeva un ingrossamento a forma di piccola capocchia, dovuto a proliferazione di tessuto connettivo, che aderiva alla trachea; quindi per un buon tratto all' ingiù, il ricorrente vedevasi più voluminoso di quello sano del lato destro.

Le cartilagini della laringe, sia della metà destra, che di quella sinistra;

presentavano cedevolezza ed elasticità normali, come pure non mi fu dato di riscontrare punti calcificati od ossificati nelle cartilagini aritnoidi e nella tiroide.

Feci l' esame microscopico dei muscoli atrofici e del nervo ricorrente sinistro, prelevandone piccolissime porzioni in parecchi punti e confrontandoli con porzioni simili dei muscoli omologhi e del nervo del lato destro, e constatai le stesse alterazioni che furono trovate nel cavallo di cui ho detto prima, e cioè: sostituzione in molti punti di tessuto connettivo ai fascetti muscolari, degenerazione granulo-grassosa di moltissime fibre muscolari a grado più o meno innoltrato, elementi nervosi nel moncone periferico del ricorrente del tutto mancanti, ingrossamento per proliferazione connettivale del neurilemma in un buon tratto del moncone centrale con fibre nervose in via di distruzione.

Ora mi resta a dire del muletto.

In questo, come avvertivo più sopra, mentrechè col farlo correre non si aveva indizio di corneggio, invece esso si manifestava, quando si comprimeva l' aritnoide sinistra e ad un grado molto più notevole di quello debolissimo che si otteneva comprimendo l' aritnoide destra.

Questa differenza persistette per un tempo lungo, ma poscia andò man mano diminuendo fino a che, circa undici mesi dopo l' esperimento, non mi fu più possibile di avvertirla.

Questo fatto, che verificai diverse volte, fermò la mia attenzione e mi indusse a credere che si fosse ristabilita l' innervazione nei muscoli laringei di sinistra. In che modo però ciò fosse accaduto, non riescivo a spiegarlo altro che ammettendo, che le due allacciature, fra le quali era compreso il pezzo di ricorrente, si fossero allentate molto o distrutte prima che le fibre nervose di esso avessero raggiunto un grado di alterazione irreparabile.

Per cui allo scopo di evitare, per quanto fosse possibile, il ritorno dell' innervazione nei muscoli già resi paralitici, pensai di modificare alquanto l'esperimento cercando di non più allacciare, ma di estirpare in alto il nervo, vicino il più che fosse possibile ai muscoli laringei ed in basso per un lungo tratto; per evitare possibili comunicazioni anastomotiche fra l' estremità centrale e quella periferica del nervo operato.

E un esperimento, a quest' intento, praticai pure poco dopo fatta la accennata osservazione nel muletto, in un giovine cavallo. Ma del risultato di questo, dirò in seguito, dopo avere esposto quanto ancora riguarda il muletto.

Questo si mantenne nelle stesse condizioni per molti altri mesi; tal-

mentecchè non avendo più in seguito potuto far insorgere corneggio colla compressione in corrispondenza all'aritnoide sinistra, sempre più mi persuasi che fossesi ristabilita l'innervazione nei muscoli laringei di questa parte; per cui il mattino del 15 Agosto 1891, e cioè più di due anni dall'allacciatura del pezzo di nervo ricorrente sinistro, di nuovo sottoposi il muletto all' estirpazione (per strappamento) di quasi la metà della porzione cervicale del nervo ricorrente *di destra* (1).

Appena compiuta l' estirpazione del ricorrente destro, insorse dispnea notevolissima accompagnata da rantolo sibilante, che mi costrinse a ricorrere subito alla tracheotomia, per oppormi all' imminente soffocazione.

Slegato alla lesta l' animale e fattolo rialzare, scorsi alcuni minuti, provai di togliere il tracheotubo; si manifestò subito dispnea e rantolo, però ad un grado alquanto minore di quando era sdraiato. Senza rimettere il tracheotubo lo feci condurre nella stalla; ma circa 20 minuti dopo insorse un accesso di dispnea così forte, che appena si fu in tempo di tornarlo ad applicare per impedire la soffocazione.

Però nel mattino del 17 d., tolto il tracheotubo coll'intendimento di sostituirlo con altro pulito e disinfettato, non insorse dispnea e il rantolo mancava. Lo lasciai senza cannula fino a che, verso le quattro pom., si sviluppò ad un tratto, un accesso di dispnea che obbligò l' infermiere a rimetterla.

Anche nei tre giorni successivi si notò questo stesso fatto.

Desideravo di conservare in vita l' animale più lungamente che fosse possibile, per dar tempo alle alterazioni atrofiche dei muscoli laringei di destra di stabilirsi; ma nel mattino del 21 al muletto si spostò e cadde il tracheotubo, e il sorvegliante non avendo fatto a tempo a rimetterlo in posto, l' animale cadde a terra e moriva soffocato. Avvertito di ciò verso le otto ore, procedetti poco dopo all' esame della laringe.

---

(1) In questo, come negli altri esperimenti, che riferirò in seguito, ecco come ho proceduto per l' estirpazione del nervo ricorrente.

Fissato supino l' animale, distesi testa e collo, rasati i peli e disinfettata la parte; faccio nel terzo superiore della regione tracheale del collo una incisione, lunga 12 a 14 cent., interessante la pelle e incominciando all' altezza del legamento crico-tracheale; conduco una uguale incisione lungo il rafe mediano, sulla sottile espansione del colli-cutaneo, poscia separo nel mezzo col bistori i sterno-mascellari e, per un corto tratto, i sottoscapoli ioidei; rompo colle dita lentamente il tessuto connettivo fibrillare che unisce i muscoli alla trachea; con uncini ottusi faccio tener divaricati i muscoli sopra accennati; quindi, trovato il nervo ricorrente destro fra il bordo interno dell' art. carotide primitiva e la trachea, vi passo sotto il portalacci del Cooper e lo sollevo fino al livello dell' incisione esteriore; colle dita o col bistori distacco un poco il tessuto connettivo che lo circonda, poscia afferratolo solidamente lo isolo all' insù fino al laringe e lo stiro fortemente finchè si strappa. Stiro pure la porzione inferiore, finchè ne ho fuori dalla ferita la maggior parte possibile e la incido trasversalmente colle forbici. Disinfettato il fondo della ferita e la parte superficiale, riunisco con sutura.

Questa presenta legger grado di assimetria nel contorno d'entrata dello spazio sopra glottico, dovuta a tenuissimo abbassamento dell'orlo libero dell'aritnoide sinistra; tutti i muscoli laringei innervati del ricorrente sinistro sono a grado discreto atrofici e più sbiaditi di quelli di destra.

L'esame microscopico venne esteso a ciascun muscolo e fatto sempre in comparazione come quello omologo del lato destro e potei rilevare in parecchi punti i soliti caratteri della degenerazione atrofica.

Il pezzetto di nervo, compreso fra le due allacciature, ricoperte completamente da uno strato di tessuto connettivo compatto, è ridotto ad un sottilissimo filamento fibroso aderente alquanto all'esofago; e tanto la porzione del nervo al disopra, come quella al disotto delle due allacciature, presentavano le stesse alterazioni minute, che avevo riscontrate nei due altri casi, già descritti.

A destra non rilevai alterazioni apprezzabili nei muscoli; solo un pezzetto di ricorrente, rimasto in continuazione col crico-aritnoideo posteriore, mostrava al microscopio incipiente degenerazione delle sue fibre nervose.

Evidentemente questi tre esperimenti concorrevano a dimostrare che lesioni gravi al nervo ricorrente di un lato seguite da paralisi e consecutive alterazioni atrofiche dei muscoli laringei corrispondenti, non avevano determinato il corneggio.

Ma questo risultato, come già accennai, era così lontano dal prevederlo, che, prima di accettarlo come fatto vero, volli ripetere gli esperimenti in altri solipedi e in alcuni cani.

Qui di questi esperimenti mi limiterò a dire solo quanto presentano di importante; tralasciando, per il maggior numero di essi, quanto riguarda gli atti operativi perchè condotti nello stesso modo che usai nei tre primi.

Li 12 Luglio 1890. Somaro d'alta taglia, di circa dieci anni d'età, mantello grigio scuro affetto da antica frattura del processo sopraorbitale a destra, con notevole atrofia del bulbo oculare di questo lato.

Al trotto non ha corneggio.

Isolo ambedue i nervi ricorrenti, da circa la metà del collo all'insù e di ognuno ne esporto un tratto di circa sette ad otto centimetri.

Fattolo trottare immediatamente dopo, non rantola.

Li 29 Agosto la ferita è già del tutto riparata. Si fa correre l'animale, senza poter rilevare rumore laringeo anormale.

Lo faccio uccidere il 26 Ottobre.

Nessuna assimetria del contorno d'entrata dello spazio sopra glottico. Notevole atrofia nei muscoli laringei innervati dai due ricorrenti, che sono scoloriti; invece i due muscoli crico-tiroidei sono più dell'ordinario di un colorito rosso un po' cupo e ben sviluppati.

I monconi periferici dei due ricorrenti, sono ridotti a sottili filamenti fibrosi.

Ambedue le cartilagini aritnoidi, nella loro parte inferiore, mostrano parecchi piccoli punti di calcificazione; anche verso la parte centrale delle due ali della cartilagine tiroide vi sono punti calcificati.

13 Agosto 1891. Ad un puledrino di 14 mesi di etá circa, comprato da parecchi mesi perchè affetto da procidenza della mucosa rettale e quindi curato e guarito, estirpo un lungo pezzo di ricorrente destro, dopo essermi assicurato che fattolo trottare non aveva corneggio.

Al momento del maggior stiramento del nervo ho sentito un legger rantolo laringeo e quando il nervo si é rotto l' animale ha manifestato un forte sussulto, che ho interpretato come un segno di dolore.

Terminata l' operazione lo feci correre a lungo prima a mano e poscia libero, ma non fece sentire rantolo.

Trattandosi di un soggetto giovine, venne tenuto in osservazione per molto tempo, di tratto in tratto sottoponendolo a prove di fatica, con risultato negativo.

Quasi un anno dopo, li 21 Luglio 1892, lo sottoposi all' estirpazione, nella parte superiore del collo, di un bel tratto di nervo ricorrente sinistro (piú di 25 cent.).

Subito si sviluppó grave dispnea con rantolo sibilante e quindi si dovette incidere la trachea e applicare alla lesta una piccola cannula.

Fattolo rialzare dal letto d' operazioni, provai, trascorsi pochi minuti, di togliere il tracheotubo e chiudere colla palma della mano l' incisione tracheale; insorse subito violentissima dispnea con rantolo sibilante.

Conservai in vita per due giorni il puledrino, lasciandolo sempre munito di tracheotubo; poscia il 24 detto, fattolo sacrificare, ne esamino la laringe.

Trovo lieve assimetria del contorno d' entrata dallo spazio sopra glottico, per leggiera inclinazione verso l' interno dell' orlo superiore dell' aritnoide destra; muscolo crico-aritnoideo posteriore, aritnoideo, crico-aritnoideo laterale, tiro-aritnoideo di destra notevolmente atrofici e la solita alterazione nel moncone periferico del ricorrente destro. I muscoli laringei di sinistra non presentano apprezzabili differenze dello stato normale.

Li 27 Gennaio 1892. Cavallo comune intero, di mantello baio, etá 7 anni circa, comprato dalla Scuola con fistola al guidalesco mantenuta da carie dell' estremitá dei processi spinosi della 5ª e 6ª vertebre dorsati. Era stato operato da parecchio tempo e quasi del tutto guarito. Trottava abbastanza spedito e non aveva rantolo.

In esso estirpai un buon tratto della parte superiore del nervo ricorrente sinistro.

Dopo l' esperimento fattolo esercitare, così pure scorso un mese da questo e in seguito molte altre volte a più o meno lunghi intervalli, non manifestò mai corneggio.

Venne sacrificato circa otto mesi dopo l' esperimento, il 25 Ottobre 1892, e all' esame della laringe trovai le solite alterazioni atrofiche a grado elevato nei muscoli laringei di sinistra. Nessuna calcificazione od ossificazione nelle due cartilagini aritnoidi e nella tiroide.

Li 4 Giugno 1892 ad un cavallo scarto, di mantello grigio chiaro, di circa 9 anni d' età, in discreto stato di nutrizione, che trotta abbastanza lesto e non ha rantolo, estirpo il nervo laringeo superiore sinistro (1).

Nessun fatto, degno di nota, si osserva dopo l' esperimento e in seguito.

La lesione di continuità guarisce per suppurazione piuttosto lentamente; in ultimo però non rimane alcun indurimento nei tessuti.

Il 18 Novembre 1892, cioè a dire più di cinque mesi dopo, venne fatto abbattere il cavallo e ne esaminai la laringe.

Tolta con cura la mucosa, non trovai alterazione alcuna nei muscoli crico-aritnoideo posteriore, crico-tiroideo laterale, tiro-aritnoideo di sinistra. Invece il crico-tiroideo sinistro è notevolmente atrofico e sbiadito.

Li 22 Giugno 1892. Ad una somara di media statura, di sei anni d' età circa, svelta, in buono stato di nutrizione, affetta da cosidetto tarolo (onicomicosi) al piede destro posteriore, per cui zoppicava alquanto, estirpai procedendo nel modo or ora indicato, i *nervi laringei superiori* dei due lati.

La ferita guarì abbastanza presto.

La somara venne esaminata molte volte, ad intervalli di 20 a 30 giorni, ma non rilevai fatto alcuno degno di nota.

È sacrificata il 4 Ottobre 1892.

Nessuna alterazione nei muscoli laringei dei due lati innervati dai ricorrenti tracheali; invece atrofia assai pronunziata e scoloramento dei due muscoli crico-tiroidei, innervati dai laringei superiori.

Gli esperimenti, al numero di otto, che praticai sui cani, li ho fatti sopra individui giovani, che per il minor sviluppo della cavità laringea e

---

(1) Per estirpare il nervo laringeo superiore ho proceduto nel seguente modo:

Fissato l' animale supino colla testa ed il collo molto distesi; rasata e disinfettata la pelle; si pratica una incisione lineare nella linea mediana interessante il derma e il collicutaneo, della lunghezza di 7 ad 8 cent. e il di cui mezzo corrisponde al corpo della cricoide. Poscia in alto per un breve tratto si separano l'un dall'altro, lungo il rafe, i sottoscapolo-iodei e più in basso gli sterno-mascellari; quindi colle dita si rompono le maglie di tessuto connettivo fra lo sterno-ioideo e l' omoplata ioideo di un lato fino alla parte superiore dell' ala corrispondente della tiroide e veduto il nervo al fondo del cavo formato, vi si passa sotto il portalacci di Cooper e si estirpa.

per la cedevolezza dei tessuti, ritenni più adatti dei cani adulti per questo genere di prove.

Di questi sperimenti mi limito a riportare la descrizione di solo 4 di essi, poichè gli altri presentarono i fatti stessi di questi.

Li 26 Ottobre 1890. Piccola cagna da strada, pellame giallastro, otto o nove mesi d' età, del peso di 4 chil. e mezzo. Viene narcotizzata con una iniezione sottocutanea di 3 cent. di cloridrato di morfina.

Viene fissata supina sul tavolo da operazioni col collo disteso. Preparata e disinfettata la parte, sul mezzo della faccia anteriore del collo incisi longitudinalmente la pelle e il collicutaneo in alto per la lunghezza di 5 a 6 cent., spostai i muscoli ed isolato il nervo ricorrente destro, ne estirpai col bistori circa cinque centimetri, il più vicino possibile alla laringe.

Chiusa la ferita con alcuni punti di sutura e applicata una fasciatura, l' animale ancora sotto l' azione della morfina, venne rimesso nella sua gabbia.

Due giorni dopo lo esaminai togliendo dal collo la fascia, trovai che la riparazione della incisione procedeva regolarmente, e riapplicata la fasciatura, venne fatto correre per qualche tempo senza che presentasse alterazione nella respirazione, nè rantolo alcuno.

Anche le molte prove fatte in seguito, quando era già del tutto guarita la ferita al collo, hanno sempre dato un risultato negativo.

Il 30 Decembre venne uccisa.

Tutti i muscoli innervati dal ricorrente destro sono, confrontati con quelli dell' altro lato, evidentemente atrofici e l' esame microscopico dimostra le solite alterazioni riscontrate nei solipedi. Il pezzetto periferico del nervo operato è ridotto ad un filamento fibroso con scomparsa degli elementi nervosi; invece esaminata l' estremità centrale, riunita alla trachea da tessuto connettivo denso, si vedevano fibre nervose in quantità e normali.

Il 3 Gennaio 1891. Ad una cagna bracca bastarda, di un anno d' età o poco più, del peso di 8 chil. e 200 gr. tagliai in alto del collo, due a tre centimetri del ricorrente di destra.

Nessuna alterazione si manifesta.

Li 8 detto, senza narcotizzarla, la fissai al tavolo da operazioni e riaperta la ferita, che già in parte aveva debolmente aderito, isolai il ricorrente sinistro e ne esportai un pezzetto.

Subito insorge grave dispnea e rantolo sibilante, talmentechè ritenni che l' animale sarebbe morto per soffocazione.

Di tratto in tratto si presentavano conati di vomito, specialmente se si sollecitava le cagna a muoversi. Notai un deperimento rapido nella nutrizione.

Questa dispnea peró persistette per quasi un mese; poscia cominció a diminuire; più rari si fecero pure i conati di vomito.

La cagna si fece allegra e cominció a migliorare in nutrizione e quando il 9 Aprile la feci sacrificare, la dispnea e il rantolo erano *del tutto scomparsi* da parecchi giorni e la nutrizione generale era buona.

All' esame trovai che i muscoli laringei dei due lati, all' infuori di mostrarsi alquanto pallidi, non erano *sensibilmente* diminuiti di volume.

I due nervi ricorrenti si erano riprodotti per un tratto notevole e si era ristabilita la continuità in essi.

12 Settembre 1891. Ad un grosso cane bracco, di otto a dieci mesi d'età, strappai in alto una notevole porzione del nervo ricorrente destro.

Sei giorni dopo, li 18 detto, feci correre il cane, che era allegro, e non rilevai nessun rumore laringeo.

La ferita guarì rapidamente.

Li 4 Novembre, assicuratomi che non aveva rantolo, venne fissato senza narcotizzarlo e gli estirpai una porzione dell' altro ricorrente.

Subito si ebbe gravissima dispnea accompagnata da sibilo.

Non applicai il tracheotubo. Il cane moriva nel mattino del 6 detto.

Alla sezione trovai leggera assimetria nel contorno d' entrata nello spazio sopra glottico, per lieve spostamento all' indentro della parte superiore della cartilagine aritnoide destra e atrofia ad *alto grado* dei muscoli della metà destra del laringe; essi avevano estesamente subita la degenerazione granulo-grassosa.

Li 6 Febbraio 1893. Cane volpino di piccola statura, età anni uno circa.

In questo, senza narcotizzarlo, estirpai grande parte della porzione cervicale dei due ricorrenti tracheali.

Insorge rantolo sibilante e dispnea minacciante di soffocazione l'animale.

Non applicai il tracheotubo.

Ritenevo che sarebbe morto poco dopo, ma invece il mattino seguente lo trovai vivo, eretto sui quattro arti molto divaricati, colla testa ed il collo alquanto estesi; dispnoico e rantolante nel modo e grado come si mostrò appena era stato operato.

Mangió alcuni pezzetti di carne cotta che gli offersi; qualche volta nell' atto dell' inghiottire aveva conati di vomito, senza peró che questo si compiesse del tutto.

Se veniva sollecitato a muoversi, vi si opponeva a tutta prima e poscia appena fatti a stento alcuni passi, era preso da così forte difficoltà di respiro che barcollava e qualche volta cadeva, per rialzarsi subito dopo. Lasciato allora quieto, l' alterazione respiratoria si calmava alquanto.

In questo stato gravissimo si mantenne per quattro o cinque giorni, dimagrando notevolmente, quantunque si cibasse di carne cotta in discreta quantità.

Esaminato il 14 detto lo trovai seduto sul di dietro e poggiante sugli arti anteriori distesi un poco in avanti e assai divaricati, colla testa elevata ed estesa. La dispnea era molto diminuita e il rantolo assai debole; però appena lo feci muovere per alcuni passi, sì l'una che l'altro insorsero intensissimi.

Dopo d'allora lo lasciai in quiete nella propria gabbia, tornandolo ad esaminare ogni due o tre giorni.

Non notai ulteriore miglioramento nella dispnea e nel rantolo; seguitò a presentare di tratto in tratto conati di vomito e il dimagramento si pronunziò di più in più.

Lo feci uccidere li 25 Aprile.

I muscoli laringei dei due lati erano molto pallidi e notevolmente ridotti in volume; le alterazioni atrofiche erano molto evidenti specialmente nei due muscoli crico-aritnoidei posteriori.

Evidentemente i singoli risultati ottenuti da questa serie di esperimenti, concordano nel dimostrare che tanto l'allacciatura, quanto l'escisione o l'estipazione di una porzione notevole di un nervo ricorrente tracheale, quantunque determini paralisi nei muscoli laringei, ai quali si dirama, seguita da alterazioni atrofiche che raggiungono un grado elevato; pur nonostante l'esame della laringe nel cadavere non lasciò rilevare che una limitata deviazione dell'aritnoide, corrispondente al lato paralizzato, verso la cavità laringea. E ciò che più importa, non fu possibile, anche trascorso un tempo lungo, di far insorgere negli animali in esperimento il *corneggio*, quando vennero provati ad andature spedite o fatti in altri modi affaticare.

Ciò quindi starebbe a provare, che, se è condizione necessaria ed esclusiva, come è da tutti ritenuto, alla produzione del corneggio laringeo da emiplegia, una deviazione notevole dell'aritnoide del lato paralizzato verso il cavo laringeo, un tal grado di deviazione non si può ottenere che in un tempo assai lungo, durante il quale nei solipedi può sussistere una emiplegia della laringe senza segno alcuno di rantolo.

Ma l'osservazione raccolta da quegli esperimenti, che eseguii sopra giovani animali (un muletto, un puledrino e due cani), nei quali, da molto tempo, era stata prodotta emiplegia laringea senza che fosse seguita da rantolo e che appena leso il ricorrente dell'altro lato, il rantolo immediatamente si produsse intensissimo e minacciante; permetterebbe di sollevare qualche dubbio sulla importanza, che *esclusivamente* si dà alla deviazione di una aritnoide per la produzione del corneggio laringeo da emiplegia.

In tutti i modi non pare che questa deviazione debba dipendere dalla sola atrofia degenerativa dei muscoli laringei paralizzati; perchè, almeno riferendomi a quanto ho osservato in quegli animali che erano da molto tempo stati operati; all' esame della laringe, quando vennero sacrificati, questa deviazione dell'aritnoide la riscontrai sempre a grado limitato, quantunque l' atrofia paralitica dei muscoli fosse notevole.

È probabile quindi che altri fattori possono concorrere a determinare le altre alterazioni necessarie per lo stabilirsi delle condizioni stenotiche favorevoli alla produzione del rantolo e fra queste, oltre al grado di sviluppo e alla conformazione della laringe, assai variabili da soggetto a soggetto, è probabile che possano influirvi pure lente alterazioni nutrizie nelle cartilagini corrispondenti alla parte paralizzata e più specialmente nella aritnoide e forse ancora deviazioni nella corda vocale.

Però a chiarire questi dubbi, occorrono altre ricerche, delle quali intendo di occuparmi in seguito.

ULTERIORI OSSERVAZIONI

INTORNO AL

TEOREMA DEL MENABREA

NOTA

DEL PROF. LUIGI DONATI

(Letta nella Sessione ordinaria del 27 Maggio 1894).

In una mia nota *Sul lavoro di deformazione dei sistemi elastici* (*) presentata a questa Accademia nel 1888, e poi più espressamente in una nota successiva intitolata *Illustrazione al teorema del Menabrea* (**) io mi sono occupato della dibattuta quistione di minimo cui si riferisce il teorema stesso.

Ritorno ora sull'argomento per esplicare meglio alcuni punti e svolgere qualche nuova considerazione; e aggiungo poi in via d'esempio un cenno sui sistemi articolati. Per ragioni di chiarezza risalgo al principio della quistione richiamando le relazioni occorrenti dalla teoria generale dell'elasticità.

§ 1. — Indicando con u, v, w le componenti di spostamento dei punti di un corpo elastico deformato, con

$$(\alpha)\quad a=\frac{\partial u}{\partial x},\ b=\frac{\partial v}{\partial y},\ c=\frac{\partial w}{\partial z};\ f=\frac{\partial w}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial z},\ g=\frac{\partial u}{\partial z}+\frac{\partial w}{\partial x},\ h=\frac{\partial v}{\partial x}+\frac{\partial u}{\partial y}$$

le sei componenti di deformazione, con π il potenziale di elasticità rappresentato da una forma quadratica positiva delle $a, b, \ldots h$, si hanno le componenti di tensione espresse linearmente per le componenti di defor-

(*) Memorie dell'Accademia, Serie IV, Tomo IX.
(**) Ibid. Tomo X.

mazione e viceversa mediante equazioni della forma

$$(1)\quad X_x=\frac{\partial\pi}{\partial a},\ Y_y=\frac{\partial\pi}{\partial b},\ Z_z=\frac{\partial\pi}{\partial c};\ Y_z=Z_y=\frac{\partial\pi}{\partial f},\ Z_x=X_z=\frac{\partial\pi}{\partial g},\ X_y=Y_x=\frac{\partial\pi}{\partial h}$$

$$(1')\qquad a=\frac{\partial\pi}{\partial X_x},\ b=\frac{\partial\pi}{\partial Y_y},\ c=\frac{\partial\pi}{\partial Z_z};\ f=\frac{\partial\pi}{\partial Y_z},\ g=\frac{\partial\pi}{\partial Z_x},\ h=\frac{\partial\pi}{\partial X_y}$$

dove

$$(2)\qquad \pi=\varphi(a,\,b,\ldots h)=\psi(X_x,\,Y_y,\ldots X_y)$$

φ denotando la predetta forma quadratica e ψ la forma quadratica reciproca. Inoltre

$$(2)_a\qquad \pi=\frac{1}{2}(X_x a+Y_y b+\cdots+X_y h)$$

e per la variazione $\delta\pi$ valgono le due espressioni reciproche

$$(3)\qquad \delta\pi=X_x\delta a+Y_y\delta b+\cdots+X_y\delta h$$

$$(3')\qquad \delta\pi=a\delta X_x+b\delta Y_y+\cdots+h\delta X_y$$

mentre la variazione seconda assume la forma $\varphi(\delta a,\delta b,\ldots\delta h)$ ovvero $\psi(\delta X_x,\,\delta Y_y,\ldots\delta X_y)$ ed é quindi essenzialmente positiva.

Denotiamo con Π l'espressione integrale che rappresenta l'energia di deformazione di tutto il corpo e con $\delta\Pi$ la sua variazione, cioé

$$\Pi=\int\pi\delta\tau:\qquad \delta\Pi=\int\delta\pi d\tau$$

dove $d\tau$ indica l'elemento di volume, e π, $\delta\pi$ s'intendono definiti come sopra in funzione delle componenti di tensione e di deformazione.

Servendosi delle (α) e a mezzo di note trasformazioni si hanno per Π e $\delta\Pi$ in corrispondenza colle $(2)_a$, (3), (3′) le altre espressioni

$$(4)\qquad \Pi=-\frac{1}{2}\int(Fu+Gv+Hw)d\tau-\frac{1}{2}\int(X_n u+Y_n v+Z_n w)d\sigma$$

$$(5)\qquad \delta\Pi=-\int(F\delta u+G\delta v+H\delta w)d\tau-\int(X_n\delta u+Y_n\delta v+Z_n\delta w)d\sigma$$

$$(5')\qquad \delta\Pi=-\int(u\delta F+v\delta G+w\delta H)d\tau-\int(u\delta X_n+v\delta Y_n+w\delta Z_n)d\sigma$$

nelle quali i primi integrali si riferiscono a tutto il volume del corpo ed i secondi a tutta la superficie, di cui $d\sigma$ indica l'elemento; avendo posto pei punti interni

$$\text{(A)} \qquad \begin{aligned} F &= \frac{\partial X_x}{\partial x} + \frac{\partial X_y}{\partial y} + \frac{\partial X_z}{\partial z} \\ G &= \frac{\partial Y_x}{\partial x} + \frac{\partial Y_y}{\partial y} + \frac{\partial Y_z}{\partial z} \qquad (Z_y = Y_z,\ X_z = Z_x,\ Y_x = X_y) \\ H &= \frac{\partial Z_x}{\partial x} + \frac{\partial Z_y}{\partial y} + \frac{\partial Z_z}{\partial z} \end{aligned}$$

e valendo per la superficie le note relazioni

$$(\text{A}_1) \qquad \begin{aligned} X_n &= X_x \cos(nx) + X_y \cos(ny) + X_z \cos(nz) \\ Y_n &= Y_x \cos(nx) + Y_y \cos(ny) + Y_z \cos(nz) \\ Z_n &= Z_x \cos(nx) + Z_y \cos(ny) + Z_z \cos(nz) \end{aligned}$$

in cui n designa la normale diretta verso l'interno.

Va notato che tutte le equazioni precedenti sussistono anche quando le quantità indicate dai simboli anziché valori assoluti rappresentano le differenze relative a due diversi stati di deformazione, intendendo allora che π sia funzione quadratica delle dette differenze. — In particolare la (4), indicando in forma esplicita le differenze, diviene

$$(4)_a \quad \int \phi(\Delta a, \Delta b, \ldots \Delta h) d\tau =$$

$$= -\frac{1}{2}\int (\Delta F \Delta u + \Delta G \Delta v + \Delta H \Delta w) d\tau - \frac{1}{2}\int (\Delta X_n \Delta u + \Delta Y_n \Delta v + \Delta Z_n \Delta w) d\sigma$$

e di questa si avrà a far uso fra poco.

Le quantità F, G, H definite dalle (A) stanno a rappresentare le componenti delle forze (riferite all'unità di volume) che sollecitano gli elementi del corpo per effetto dello stato di tensione. Esse, insieme con le tensioni superficiali X_n, Y_n, Z_n definite dalle (A_1), rappresentano le forze o reazioni elastiche nascenti dalla deformazione, che per comodità di dizione io designo col nome speciale di *elatèri*, le quali nello stato di equilibrio sono uguali e contrarie rispettivamente alle componenti X, Y, Z della forza esterna agente sulla massa degli elementi (riferita all'unità di volume) ed alle componenti L, M, N della forza esterna applicata alla su-

perficie (riferita all'unità di superficie), come è significato dalle equazioni

$$(B) \qquad F+X=0\,, \quad G+Y=0\,, \quad H+Z=0$$

le quali, posti per F, G, H i valori (A), sono le note equazioni indefinite di equilibrio interno, e dalle equazioni di superficie che ad esse vanno aggiunte

$$(B_1) \qquad X_n+L=0\,, \quad Y_n+M=0, \quad Z_n+N=0\,.$$

Si sa poi che esiste una corrispondenza univoca fra i detti elatéri ed il sistema (u, v, w) di spostamenti: di guisa che, come dati questi ultimi gli elatéri risultano evidentemente determinati in virtù delle relazioni (α) e delle (1), (A), (A_1), reciprocamente dato il sistema $(F, G, H; X_n, Y_n, Z_n)$ degli elatéri, sono perfettamente determinate le u, v, w in tutti i punti (a meno di un movimento generale del corpo come rigido, da cui qui si prescinde). Questa seconda parte della proposizione, che per le (B, B_1) comprende la proposizione fondamentale relativa all'*unicità* del sistema di spostamenti che fa equilibrio a date forze deformatrici, si deduce come conseguenza immediata dell'equazione $(4)_a$ alle differenze. La quale dimostra che se per due stati gli elatéri hanno lo stesso valore, talchè sia dappertutto $\Delta F=\Delta G=\Delta H=0$ e $\Delta X_n=\Delta Y_n=\Delta Z_n=0$, sarà

$$\int\varphi(\Delta a, \Delta b, \ldots \Delta h)d\tau=0$$

il che per la natura della funzione φ esige che sia dappertutto $\Delta a=0$, $\Delta b=0\,, \cdots \Delta h=0$: e questo porta anche che sia $\Delta u=\Delta v=\Delta w=0$ in tutto il corpo (sempre prescindendo da un moto d'insieme). Onde infine gli spostamenti sono eguali nei due stati, i quali perciò coincidono.

Più in generale si deduce dalla stessa equazione che lo stato del corpo è pienamente determinato quando pei suoi punti interni e superficiali sieno assegnati in parte gli elatéri e in parte gli spostamenti — per es. quando sieno assegnati gli elatéri F, G, H in tutti i punti interni e gli spostamenti u, v, w pei punti della superficie — e più largamente ancora, in tutti quei casi in cui si assegnino condizioni tali che rendano comunque uguale a zero il secondo membro della $(4)_a$.

Al sistema delle equazioni (B, B_1) si può sostituire l'equazione generale d'equilibrio

$$(C) \qquad \int\{(F+X)\delta u+(G+Y)\delta v+(H+Z)\delta w\}d\tau+$$
$$+\int\{(X_n+L)\delta u+(Y_n+M)\delta v+(Z_n+N)\delta w\}d\sigma=0$$

che traduce il principio delle velocità virtuali, e che avuto riguardo alla (5) e supponendo un potenziale P alle forze esterne talché il lavoro virtuale relativo ad esse venga rappresentato da $-\delta P$, prende la forma

$$\text{(C')} \qquad \delta(\Pi + P) = 0$$

e significa l'annullarsi della variazione prima della somma $\Pi + P$, cioè dell'energia complessiva che comprende l'energia di deformazione e quella che fornisce il lavoro delle forze esterne. Quanto alla variazione seconda, sappiamo che per la parte che spetta a Π essa è essenzialmente positiva e per la parte che spetta a P, ritenendo costanti (cioè indipendenti dagli spostamenti u, v, w) le forze esterne, essa sarà nulla. Onde l'equazione (C') viene a significare un *minimo* della suddetta *energia complessiva*; il che rientra nella nota legge generale dell'equilibrio stabile.

In ciò che precede si è supposto tacitamente che lo stato primitivo del corpo non soggetto ad alcuna forza esterna sia tale che le tensioni sieno nulle dappertutto. Ma può accadere invece che per effetto di mutua costrizione, in cui possono trovarsi eventualmente le parti del corpo, preesista uno stato di tensione. Le tensioni iniziali, che designerò con $\overline{X}_x, \overline{Y}_y, \ldots \overline{X}_y$, potranno essere qualunque, colla condizione però che *gli elatèri siano nulli;* e ciò per necessità d'equilibrio, poiché mancano le forze esterne.

Allora lo stato iniziale è anch'esso in qualche modo uno stato di deformazione ed il corpo ha già in sè una certa energia di deformazione che rimane per così dire latente, ma si estrinsecherebbe rompendo la connessione delle parti del corpo stesso. Per effetto della deformazione $(a, b, \ldots h)$ dovuta al sistema (u, v, w) di spostamenti contati da un tale stato iniziale nasce allora un nuovo sistema $(X_x, Y_y, \ldots X_y)$ di tensioni che si sovrappongono alle preesistenti e che potremo chiamare tensioni *relative*; e riferendosi a queste ultime, è facile vedere che tutte le relazioni precedenti sussistono ancora, purché lo stato iniziale sia di equilibrio stabile, il che è necessario per conservare a π il suo carattere di forma quadratica *positiva*.

Chiamando e l'energia di deformazione per unità di volume, si ha adesso

$$e - \overline{e} = \overline{X}_x a + \overline{Y}_y b + \cdots + \overline{X}_y h + \pi \qquad (\pi = \varphi(a, b, \ldots h))$$

dove $\overline{e}$ rappresenta il valore iniziale; e quindi π non corrisponde più semplicemente all'incremento di energia a partire dallo stato primitivo. Se però s'integra a tutto il corpo e si rappresenta con E l'energia totale data da $\int e d\tau$, notando che la parte che proviene dall'integrazione dei termini

$$\overline{X}_x a + \overline{Y}_y b + \cdots + \overline{X}_y h$$

sparisce (perché trasformata al modo solito verrebbe a contenere i valori iniziali degli elatèri che si disse esser nulli), si trova

$$E - \bar{E} = \Pi$$

onde si vede che Π risulta senz'altro uguale all'incremento $E - \bar{E}$ della energia, ossia rappresenta il *lavoro di deformazione* che ha per misura tale incremento. Dall'essere poi Π essenzialmente positivo ne viene che, mentre per singole parti del corpo la differenza $e - \bar{e}$ può anche essere negativa, per l'intero corpo invece ogni deformazione $(a, b, \ldots h)$ importa necessariamente un aumento di energia, la quale ha perciò nello stato primitivo il suo valor minimo $\bar{E}$. Questa energia iniziale $\bar{E}$ rappresenta una costante che non ha influenza sulle formole.

S'intenderà sempre in ciò che segue che le X_x, $Y_y, \ldots X_y$ rappresentino tensioni *relative*, cioè contate a partire dallo stato primitivo del corpo non soggetto a forze esterne, senza occuparci delle tensioni preesistenti, le quali per quanto si è detto non influiscono sul valore degli elatèri nè sulla dipendenza fra questi e gli spostamenti e quindi fra le forze esterne e gli spostamenti che ad esse fanno equilibrio.

§ 2. — Dato *a priori* un sistema continuo di sei funzioni $a, b, \ldots h$ delle coordinate x, y, z dei punti del corpo nel suo stato primitivo, affinchè esso sistema rappresenti una vera e propria deformazione *possibile* del corpo stesso, cioè esista un sistema continuo (u, v, w) di componenti di spostamenti da cui si possano far dipendere la $a, b, \ldots h$ giusta la (α), è, come si sa, necessario e sufficiente che sieno soddisfatte le sei equazioni

$$(\beta) \qquad \begin{gathered} \frac{\partial^2 f}{\partial y \partial z} - \frac{\partial^2 b}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} = 0\,; \; \ldots\ldots \\ \frac{\partial^2 a}{\partial y \partial z} + \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial f}{\partial x} - \frac{\partial g}{\partial y} - \frac{\partial h}{\partial z}\right) = 0\,; \; \ldots\ldots \end{gathered}$$

le quali risultano dalle (α) eliminando le u, v, w per via di derivazione. E similmente, per la corrispondenza esistente fra lo stato di tensione e quello di deformazione, affinché un dato sistema continuo di sei funzioni X_x, $Y_y, \ldots X_y$ rappresenti un possibile stato di tensione derivante da deformazione del corpo, si hanno sei equazioni di condizione che risultano dalle (β) ponendo i loro valori in funzione delle X_x, $Y_y, \ldots X_y$ dati dalle $(1')$; equazioni la cui forma, a differenza delle (β), dipende dalla natura del corpo in quanto questa influisce sulla forma della funzione π.

Notiamo però che, se per un punto (x, y, z) si considera un intorno o

particella elementare che si riguardi come isolata e indipendente dal resto, si può sempre intendere che le $a, b, \ldots h$ date in quel punto rappresentino una deformazione della particella considerata, e le $X_x, Y_y, \ldots X_y$ dedotte colle (1) rappresentino le componenti della tensione corrispondente; e reciprocamente, date ad arbitrio le $X_x, Y_y, \ldots X_y$, si può sempre immaginare che ad esse corrisponda una deformazione della particella giusta le (1'), tale cioè da riprodurre colle tensioni che ne derivano i valori dati. Le equazioni predette esprimono le condizioni che chiamerò di *coerenza*, cioè le condizioni affinchè tutte queste deformazioni parziali sieno conciliabili insieme fondendosi a costituire una deformazione continua di tutto il corpo connesso. Altrimenti il complesso delle deformazioni $(a, b, \ldots h)$ rappresenterà un sistema *incoerente*.

Qui si vuole d'ora innanzi intendere in generale che la $a, b, \ldots h$ e le X_x, $Y_y, \ldots X_y$ possano essere qualunque, senza cioè escludere *a priori* i sistemi incoerenti; e solo *si suppone sempre la mutua corrispondenza* espressa dalle (1), (1'), in virtù della quale i sistemi $(a, b, \ldots h)$, $(X_x, Y_y, \ldots X_y)$ risultano mutuamente determinati in funzione l'uno dell'altro, onde ci serviremo a significar ciò della notazione cumulativa $(a, \ldots.; X_x, \ldots.)$: e questo anche quando sieno in questione le sole $a, b, \ldots h$, o le sole X_x, $Y_y, \ldots X_y$, nel qual caso si dovrà intendere che le X_x, $Y_y, , \ldots X_y$ rappresentino semplicemente funzioni lineari della $a, b, \ldots h$ date dalle (1), o reciprocamente.

Si conserverà tuttavia il nome di *componenti di deformazione* alle $a, b, \ldots h$, di *componenti di tensione* alle quantità coniugate X_x, $Y_y, \ldots X_y$, di *elatèri* alle F, G, H (elatèri interni) e X_n, Y_n, Z_n (elatèri superficiali) che dipendono da queste giusta le (A), (A_1) e di *lavoro di deformazione* alla quantità Π rappresentata dall'integrale $\int \pi d\tau$, sebbene quando non si tratta di una vera e propria deformazione del corpo essa non abbia più che un significato astratto, cioè di somma computata idealmente pei diversi elementi considerati come indipendenti.

Così i sistemi coerenti $(a, \ldots; X_x, \ldots)$ si presentano come *casi particolari* pei quali, soddisfacendo le $a, b, \ldots h$ alle (β), esiste il sistema (u, v, w) da cui esse dipendono secondo le (α); e quando occorra li distinguerò colla notazione $(a, \ldots; X_x, \ldots)$ (u, v, w). Per questi Π significa un reale incremento di energia dovuto alla deformazione continua del corpo connesso, ed ammette l'espressione data dal secondo membro della (4), e $\delta\Pi$ le espressioni date dai secondi membri delle (5), (5'). La (4) ci rappresenta Π in funzione mista dagli elatèri e degli spostamenti; onde per la summentovata corrispondenza esistente fra questi e quelli, esso Π può considerarsi quale funzione sia delle sole (u, v, w) sia dei soli elatèri, al che corrispondono rispettivamente le due forme (5), (5') della variazione $\delta\Pi$.

Ma in generale, ripeto, Π e $\delta\Pi$ s' intendono definiti semplicemente da $\int \pi d\tau$ e $\int \delta\pi d\tau$, dove per π si hanno le espressioni (2), $(2)_a$ e per $\delta\pi$ le espressioni (3), (3'). Ed è alla quantità Π presa così nel suo significato più largo che s' intendono riferite le seguenti considerazioni di *minimo*: notando che per essere la variazione seconda di Π essenzialmente positiva, l' annullarsi della variazione prima basta senz' altro a caratterizzare il minimo, e non può essere questione che di questo. Di più, siccome il minimo assoluto di Π è evidentemente lo *zero*, il quale si ha solo nello stato primitivo, si vede che, all' infuori di questo, non può farsi quistione che di minimo *relativo*, compatibilmente cioè con certe condizioni imposte ai sistemi $(a, \ldots; X_x, \ldots)$.

Tali condizioni consisteranno qui principalmente nel supporre assegnati, in tutto o in parte, i valori degli elatèri, onde le espressioni (A, A_1) che li rappresentano dovranno risultare uguali a funzioni date delle x, y, z.

Premettiamo perciò un' osservazione risguardante in generale il caso di condizioni che si traducano, come queste, in equazioni di carattere lineare. — Supponendo due sistemi $(a, \ldots; X_x, \ldots)$, $(a', \ldots; X'_x, \ldots)$ che con siffatte condizioni diano per Π lo stesso valore, si avrà

$$0 = \int \{ \varphi(a', b', \ldots h') - \varphi(a, b, \ldots h) \} d\tau$$

ovvero, chiamando $\Delta a, \Delta b, \ldots \Delta h$ le differenze $a' - a$, $b' - b, \ldots h' - h$:

$$0 = \int \{ X_x \Delta a + Y_y \Delta b + \cdots + X_y \Delta h + \varphi(\Delta a, \Delta b, \ldots \Delta h) \} d\tau$$

Si consideri ora il sistema $(a + \theta\Delta a, \ldots; X_x + \theta \Delta X_x, \ldots)$ dove θ indica un numero compreso fra 0 e 1: esso soddisferà del pari alle dette condizioni, e designando con Π_θ il valore ad esso relativo, avremo per la differenza $\Pi_\theta - \Pi$ fra questo ed il valore comune Π spettante ai due primi sistemi

$$\Pi_\theta - \Pi = \int \{ \varphi(a + \theta\Delta a, \ldots) - \varphi(a, \ldots) \} d\tau$$

cioè

$$\Pi_\theta - \Pi = \int \{ \theta(X_x \Delta a + \cdots) + \theta^2 \varphi(\Delta a, \ldots) \} d\tau$$

da cui sottraendo l' altra moltiplicata per θ si ottiene

$$\Pi_\theta - \Pi = \theta(\theta - 1) \int \varphi(\Delta a, \Delta b, \ldots \Delta h) d\tau .$$

Questa, per essere $\theta < 1$ e $\int \varphi(\Delta a, \Delta b, \ldots \Delta h) d\tau > 0$, ci mostra che

$$\Pi_\theta < \Pi$$

onde si vede che se due sistemi danno colle condizioni supposte lo stesso valore di Π, esistono sistemi intermedii che colle stesse condizioni danno valori minori. E di qui si conclude facilmente che non vi puó essere che un solo minimo, che sarà il minimo nel vero e proprio senso della parola, ossia il limite inferiore, e che il sistema $(a, \ldots ; X_x, \ldots)$ cui esso corrisponde é determinato ed *unico.*

§ 3. — Riferendoci ora dapprima al caso in cui si suppongano assegnati solo gli elatéri interni F, G, H, si ha in prima linea questa proprietà: *che le condizioni del minimo di* Π *per dati valori delle* F, G, H *implicano le condizioni di coerenza dei sistemi* $(\mathrm{a}, \ldots ; \mathrm{X}_x, \ldots .)$

Per dimostrare ciò osserviamo che dovendo essere $\delta\Pi = 0$, ossia (3'):

$$\int (a\delta X_x + b\delta Y_y + \cdots + h\delta X_y) d\tau = 0 \tag{6}$$

e simultaneamente $\delta F = \delta G = \delta H = 0$ in tutti i punti interni, ossia (A):

$$(6)_a \qquad \begin{aligned} &\frac{\partial(\delta X_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\delta X_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\delta X_z)}{\partial z} = 0 \\ &\frac{\partial(\delta Y_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\delta Y_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\delta Y_z)}{\partial z} = 0 \\ &\frac{\partial(\delta Z_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\delta Z_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\delta Z_z)}{\partial z} = 0 \end{aligned}$$

$$(\delta Z_y = \delta Y_z, \ \delta X_z = \delta Z_x, \ \delta Y_x = \delta X_y)$$

potremo porre in (6) per $\delta X_x, \delta Y_y, \ldots \delta X_y$ le espressioni che rappresentano la soluzione più generale del sistema di equazioni $(6)_a$, che sono della forma [*]:

$$\delta X_x = \varepsilon\left(\frac{\partial^2 \lambda}{\partial y \partial z} - \frac{\partial^2 \beta}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \gamma}{\partial y^2}\right), \qquad \delta Y_y = \cdots, \quad \delta Z_z = \cdots,$$

$$\delta Y_z = \varepsilon\left(\frac{\partial^2 \alpha}{\partial y \partial z} + \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial \lambda}{\partial x} - \frac{\partial \mu}{\partial y} - \frac{\partial \nu}{\partial z}\right)\right), \quad \delta Z_x = \cdots, \quad \delta X_y = \cdots$$

[*] V. *Soluzione generale delle equazioni indefinite dell'equilibrio di un corpo continuo.* — Nota del Prof. G. Morera, con *Appendice*; e *Osservazioni sulla stessa Nota* del Prof. Beltrami — Rendiconto della R. Acc. dei Lincei, Classe di Scienze fis., mat. e nat. — Vol. I, 1.° Semestre, 1892.

dove le α, β, γ; λ, μ, ν sono sei funzioni *interamente arbitrarie*, ed ε indica una costante infinitesima.

Facendo la sostituzione e dividendo per ε risulta l'equazione

$$(6)_b \int \left\{ \alpha\left(\frac{\partial^2\lambda}{\partial y \partial z} - \frac{\partial^2\beta}{\partial z^2} - \frac{\partial^2\gamma}{\partial y^2}\right) + \cdots + f\left(\frac{\partial^2\alpha}{\partial y\partial z} + \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial\lambda}{\partial x} - \frac{\partial\mu}{\partial y} - \frac{\partial\nu}{\partial z}\right)\right) + \cdots \right\} d\tau = 0$$

la quale trasformata mediante una doppia integrazione per parti, in guisa da rendere libere le α, β, γ; λ, μ, ν sotto l'integrale di spazio, si riduce facilmente alla forma

$$(6)_c \qquad \int (A\alpha + B\beta + C\gamma + L\lambda + M\mu + N\nu)d\tau + \Omega_\sigma = 0$$

essendo

$$A = \frac{\partial^2 f}{\partial y \partial z} - \frac{\partial^2 b}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 c}{\partial y^2}, \qquad B = \cdots, \quad C = \cdots$$

$$L = \frac{\partial^2 a}{\partial y \partial z} + \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial f}{\partial x} - \frac{\partial g}{\partial y} - \frac{\partial h}{\partial z}\right), \quad M = \cdots, \quad N = \cdots$$

ed avendo raccolto sotto il simbolo Ω_σ il complesso degl' integrali di superficie che risultano dalla trasformazione e dei quali per lo scopo attuale non occorre occuparci altrimenti. Basta infatti per noi l'osservare che la condizione del minimo porta necessariamente che debbano essere zero dappertutto le A, B, C; L, M, N che stanno a coefficienti delle funzioni arbitrarie α, β, γ; λ, μ, ν sotto l'integrale di spazio. E poichè esse non sono altro che i primi membri delle equazioni (β) che rappresentano le condizioni di *coerenza*, ne risulta senz'altro la proprietà enunciata.

Servendosi delle espressioni speciali che assume il potenziale π in funzione delle tensioni per le diverse classi di corpi, si possono per questa via stabilire direttamente le equazioni di *coerenza* per le X_x, Y_y, ... X_y relative ai corpi della specie considerata. Così ad es. per il caso dei corpi *isotropi* si ha

$$\pi = \frac{1}{2E}\left\{(X_x + Y_y + Z_z)^2 + 2(1+\eta)(Y_z^2 + Z_x^2 + X_y^2 - X_x Y_y - X_x Z_z - Y_y Z_z)\right\}$$

dove E rappresenta il *modulo di elasticità* ed η il così detto *rapporto di contrazione*. Quindi si ha, ponendo per comodo $X_x + Y_y + Z_z = P$:

$$\delta\pi = \frac{1}{E}\left\{(P - (1+\eta)(Y_y + Z_z))\delta X_x + \cdots + 2(1+\eta)Y_z \delta Y_z + \cdots\cdots\right\}$$

e l'equazione $(6)_b$ prende la forma

$$\int\Big\{(P-(1+\eta)(Y_y+Z_z))\Big(\frac{\partial^2\lambda}{\partial y\partial z}-\frac{\partial^2\beta}{\partial z^2}-\frac{\partial^2\gamma}{\partial y^2}\Big)+\cdots+$$
$$+2(1+\eta)Y_z\Big(\frac{\partial^2\alpha}{\partial y\partial z}+\frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial x}\Big(\frac{\partial\lambda}{\partial x}-\frac{\partial\mu}{\partial y}-\frac{\partial\nu}{\partial z}\Big)\Big)\Big\}d\tau=0$$

e riducendo alla forma $(6)_c$ si trova

$$A=-\frac{\partial^2}{\partial z^2}(P-(1+\eta)(X_x+Z_z))-\frac{\partial^2}{\partial y^2}(P-(1+\eta)(X_x+Y_y))+2(1+\eta))\frac{\partial^2 Y_z}{\partial y\partial z},\ldots$$
$$L=\frac{\partial^2}{\partial y\partial z}(P-(1+\eta)(Y_y+Z_z))+(1+\eta)\Big(\frac{\partial^2 Y_z}{\partial x^2}-\frac{\partial^2 Z_x}{\partial x\partial y}-\frac{\partial^2 X_y}{\partial x\partial z}\Big),\ldots..$$

da cui con facili trasformazioni, avuto riguardo alle (A), si deducono le equazioni di coerenza $A=0,\ldots;\ L=0,\ldots$ nella forma

$$\frac{\partial^2 P}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 P}{\partial z^2}-(1+\eta)\Big(\Delta^2 X_x+\frac{\partial G}{\partial y}+\frac{\partial H}{\partial z}-\frac{\partial F}{\partial x}\Big)=0,\ldots..$$
$$\frac{\partial^2 P}{\partial y\partial z}+(1+\eta)\Big(\Delta^2 Y_z-\frac{\partial G}{\partial z}-\frac{\partial H}{\partial y}\Big)=0,\ldots..$$

§ 4. — Giova ora per il nostro scopo stabilire in altro modo la proprietà enunciata al principio del § scorso, fondandoci sul metodo ordinario di trattazione dei problemi di massimo e minimo che ci porta ad introdurre delle funzioni ausiliarie.

Si ha infatti dai principii del calcolo delle variazioni che se l'equazione (6) deve essere soddisfatta per tutti i sistemi $(\delta X_x,\ \delta Y_y,\ldots\ \delta X_y)$ che verificano le $(6)_a$, esisterà un sistema di tre funzioni $u,\ v,\ w$ delle $x,\ y,\ z$ tali che l'equazione

$$\int(a\delta X_x+b\delta Y_y+\cdots+h\delta X_x)d\tau+\int\left\{\begin{array}{l} u\Big(\frac{\partial(\delta X_x)}{\partial x}+\frac{\partial(\delta X_y)}{\partial y}+\frac{\partial(\delta X_z)}{\partial z}\Big)\\ +v\Big(\frac{\partial(\delta Y_x)}{\partial x}+\frac{\partial(\delta Y_y)}{\partial y}+\frac{\partial(\delta Y_z)}{\partial z}\Big)\\ +w\Big(\frac{\partial(\delta Z_x)}{\partial x}+\frac{\partial(\delta Z_y)}{\partial y}+\frac{\partial(\delta Z_z)}{\partial z}\Big)\end{array}\right\}d\tau=0 \tag{7}$$

sia soddisfatta supponendo le $\delta X_x,\ \delta Y_y,\ldots\ \delta X_y$ *pienamente arbitrarie.*

Trasformando il secondo integrale e poi raccogliendo, l'equazione si

riduce facilmente alla forma

$$(7)_a \qquad \int\left\{\left(a-\frac{\partial u}{\partial x}\right)\delta X_x+\left(b-\frac{\partial v}{\partial y}\right)\delta Y_y+\cdots+\left(h-\frac{\partial u}{\partial y}-\frac{\partial v}{\partial x}\right)\delta X_y\right\}d\tau-$$
$$-\int(u\delta X_n+v\delta Y_n+w\delta Z_n)d\sigma=0$$

e perché sia soddisfatta qualunque sieno le δX_x, $\delta Y_y, \ldots \delta X_y$, occorrerà intanto che si annullino i loro coefficienti sotto l'integrale di spazio. Ció fornisce sei equazioni di forma identica alle (α); il che prova che il sistema $(a, \ldots; X_x \ldots)$ puó farsi dipendere da un sistema di spostamenti rappresentati dalle funzioni ausiliarie u, v, w: ed ecco dimostrata di nuovo la nostra proposizione.

Per determinare poi le u, v, w, si ha da esprimere per esse successivamente le $a, b, \ldots h$, le X_x, $Y_y, \ldots X_y$ e le F, G, H mediante le equazioni (α), (1), (A), e poi eguagliare le espressioni cosí ottenute per le F, G, H alle funzioni *date* di x, y, z che rappresentano i valori assegnati alle F, G, H medesime. Indicando con X, Y, Z le dette funzioni prese con segno cangiato, ne risulta un sistema di equazioni uguali alle (B): alle quali vanno poi aggiunte le equazioni $u=v=w=0$ relative ai punti della superficie, che si esigono per l'annullarsi del secondo integrale della $(7)_a$.

Sono gli stessi elementi che secondo l'ordinaria teoria servono a risolvere il problema di determinare il sistema (u, v, w) di spostamenti che fa equilibrio a un dato sistema di forze X, Y, Z agenti sulla massa degli elementi del corpo, colla condizione che i punti della superficie rimangano fissi. Il problema è cosí perfettamente determinato ed ammette una soluzione unica, come si prova per mezzo dell'equazione alle differenze $(4)_a$ ragionando come si fece al § 1. Onde si vede che, insieme con l'anzidetta condizione di *coerenza*, la ricerca del minimo implica la soluzione del nominato problema di equilibrio.

§ 5. — Veniamo adesso al caso che piú propriamente c'importa di considerare, che è quello in cui si tratti come sopra del minimo di Π quando oltre alle F, G, H siano assegnati anche i valori delle tensioni X_n, Y_n, Z_n (elatéri superficiali).

Dovendo allora aver luogo la (6) per tutti i sistemi $(\delta a, \ldots; \delta X_x, \ldots)$ pei quali oltre alle $(6)_a$ sono verificate (A_1) pei punti della superficie le relazioni

$$(7)_{a_1} \qquad \begin{aligned} &\delta X_x \cos(nx)+\delta X_y \cos(ny)+\delta X_z \cos(nz)=0 \\ &\delta Y_x \cos(nx)+\delta Y_y \cos(ny)+\delta Y_z \cos(nz)=0 \\ &\delta Z_x \cos(nx)+\delta Z_y \cos(ny)+\delta Z_z \cos(nz)=0 \end{aligned}$$

$$(\delta Z_y=\delta Y_z,\ \delta X_z=\delta Z_x,\ \delta Y_x=\delta X_y)$$

si ha, in virtù degli stessi principii, che esisterà come sopra un sistema di tre funzioni u, v, w delle coordinate dei punti interni, ed inoltre un sistema di tre funzioni ξ, η, ζ delle coordinate dei punti della superficie, tali che l' equazione

$$(8)\quad \int(a\delta X_x + b\delta Y_y + \cdots + h\delta X_y)d\tau +$$
$$+\int\left\{\begin{array}{l} u\left(\frac{\partial(\delta X_x)}{\partial x}+\frac{\partial(\delta X_y)}{\partial y}+\frac{\partial(\delta X_z)}{\partial z}\right) \\ +v\left(\frac{\partial(\delta Y_x)}{\partial x}+\frac{\partial(\delta Y_y)}{\partial y}+\frac{\partial(\delta Y_z)}{\partial z}\right) \\ +w\left(\frac{\partial(\delta Z_x)}{\partial x}+\frac{\partial(\delta Z_y)}{\partial y}+\frac{\partial(\delta Z_z)}{\partial z}\right)\end{array}\right\}d\tau + \int\left\{\begin{array}{l}\xi(\delta X_x\cos(nx)+\cdots) \\ +\eta(\delta Y_x\cos(nx)+\cdots) \\ +\zeta(\delta Z_x\cos(nx)+\cdots)\end{array}\right\}d\sigma = 0$$

sia soddisfatta supponendo le $\delta X_x, \delta Y_y, \ldots \delta X_y$ pienamente arbitrarie.

Trasformando come sopra, essa si riduce alla forma

$$(8)_a\quad \int\left\{\left(a-\frac{\partial u}{\partial x}\right)\delta X_x + \left(b-\frac{\partial v}{\partial y}\right)\delta Y_y + \cdots + \left(h-\frac{\partial u}{\partial y}-\frac{\partial v}{\partial x}\right)\delta X_y\right\}d\tau -$$
$$-\int\{(u-\xi)\delta X_n + (v-\eta)\delta Y_n + (w-\zeta)\delta Z_n\}d\sigma = 0$$

da cui risultano ancora sei equazioni identiche alle (α) che stabiliscono la *coerenza* del sistema ($a, \ldots; X_x, \ldots$) ed il significato delle funzioni ausiliarie u, v, w quali componenti di spostamento; mentre per la superficie deve aversi nel caso presente

$$u-\xi=o,\quad v-\eta=o,\quad w-\zeta=o$$

le quali ci mostrano che le funzioni ξ, η, ζ non sono che le stesse u, v, w considerate al limite pei punti della superficie.

Restano dunque sol queste, a determinare le quali si ha ancora, passando per le (α) e le (1), ad esprimere per esse a mezzo delle (A) e delle (A_1) le F, G, H e le X_n, Y_n, Z_n, ed eguagliare le espressioni trovate alle date funzioni che rappresentano i valori prescritti: con che, indicando nuovamente con X, Y, Z le dette funzioni relative alle F, G, H pei punti interni, prese con segno cangiato, e di più indicando ora con L, M, N quelle relative alle X_n, Y_n, Z_n per la superficie, prese similmente con segno cangiato, risulta un sistema di equazioni uguale al complesso delle (B, B_1).

Abbiamo così gli stessi elementi che servono per la soluzione del problema generale di elasticità che si propone la determinazione del sistema

(u, v, w) di spostamenti che fa equilibrio a un dato sistema di forze esterne agenti sulla massa degli elementi e sulla superficie del corpo. Esso problema, si sa e fu già ricordato in principio, non può ammettere che una soluzione sola: come sappiamo direttamente da altra parte (§ 2) che è unico il sistema $(a, \ldots; X_x, \ldots)$ che nelle condizioni supposte, cioè per dati valori degli elatèri interni e superficiali, rende Π un minimo.

Si conclude adunque che il sistema predetto è un sistema coerente, ed è precisamente il sistema coerente (unico) che rappresenta la deformazione che fa equilibrio al sistema di forze esterne uguali e contrarie ai dati valori degli elatèri.

La via che ho seguita qui per istabilire questa proprietà mi è parsa la più atta a farne risaltare il carattere. Ma si può giungere molto semplicemente alle stesse conclusioni tenendo in certo modo un cammino inverso, come feci nella seconda delle due mie Note citate in principio: dimostrando cioè dapprima che ogni sistema *coerente* $(a, \ldots; X_x, \ldots)$ (u, v, w) paragonato con tutti gli altri sistemi che *danno gli stessi valori per le* F, G, H *e le* X_n, Y_n, Z_n (e che son tutti necessariamente incoerenti, perchè non vi può essere altro sistema coerente con gli stessi elatèri) ha la proprietà di rendere Π un minimo.

Ciò apparisce immediatamente servendosi della seconda espressione (5') di $\delta\Pi$ data al § 1, la quale, sebbene colà si supponesse senz' altro la coerenza, sussiste anche per sistemi $(\delta a, \ldots; \delta X_x, \ldots)$ di variazioni incoerenti, poichè il processo da cui risulta suppone solo la coerenza del sistema $(a, \ldots; X_x, \ldots)$ e non del sistema $(\delta a, \ldots; \delta X_x, \ldots)$. Essa ci mostra che dovendo essere per supposto $\delta F = \delta G = \delta H = o$ in tutti i punti interni e $\delta X_n = \delta Y_n = \delta Z_n = o$ in tutti i punti della superficie, sarà $\delta\Pi = o$ e quindi Π un minimo, come si era detto.

Di qui poi, avuto riguardo all' *unicità* del sistema $(a, \ldots; X_x, \ldots)$ che rende minimo Π, si deduce subito anche la reciproca; che è quella che di sopra si è data per prima.

§ 6. — Dalle cose dette risulta che il criterio del minimo di Π nelle condizioni supposte comprende la soluzione del problema generale dell'equilibrio sotto l' azione di date forze deformatrici: in quanto che esso criterio implicando le condizioni di *coerenza* ed escludendo quindi tutti i sistemi $(a, \ldots; X_x, \ldots)$ incoerenti, viene a individuare il sistema coerente unico che sviluppa dati elatèri, ossia fa equilibrio a date forze esterne.

Così esso basta a caratterizzare completamente lo stato di equilibrio. Mentre d' altro lato l' esistenza del minimo implica l' esistenza del sistema coerente $(a, \ldots; X_x, \ldots)$ (u, v, w) che risolve il problema di equilibrio. Tutto ciò ricorda molto da vicino il noto principio del Dirichlet.

Osserviamo ora che siccome la ricerca del minimo per la via indicata, a mezzo delle funzioni ausiliarie u, v, w, conduce appunto, come si é visto, alle stesse equazioni di cui si serve l' ordinaria teoria supponendo *a priori* l' esistenza del sistema (u, v, w) di spostamenti che fa equilibrio alle date forze, cosí da questo lato non vi ha in fondo alcun guadagno per ció che concerne la trattazione effettiva del problema. Ma supponendo Π espresso per le tensioni, si vede la possibilitá di procedere direttamente alla ricerca del sistema $(X_x, Y_y, \ldots X_y)$ che lo rende minimo compatibilmente coi dati valori degli elatéri, senza far intervenire le funzioni ausiliarie u, v, w; quindi la possibilitá di determinare le tensioni corrispondenti allo stato di equilibrio sotto date forze esterne, senza il previo calcolo degli spostamenti. E peró l' applicazione del principio del minimo puó in certi casi riuscire di pratico vantaggio.

Ma indipendentemente da ció, esso ha ad ogni modo il pregio comune a tutti i principii che servono a riassumere in forma semplice e caratteristica un certo ordine di condizioni o di fatti.

E qui giova far rilevare la differenza tra il principio in discorso e quello del minimo dell' energia complessiva rappresentata, a meno di una costante, della somma $\Pi + P$, che fu ricordato al § 1. A tale scopo notiamo:

1) Che in quello si tratta della somma anzidetta e non di Π preso a sé.

2) Che la variazione si riferisce a sistemi $(\delta u, \delta v, \delta w)$ di spostamenti virtuali, cioé esclusivamente a sistemi $(\delta a, \ldots; \delta X_x, \ldots)$ *coerenti*; e non si suppongono in generale altre condizioni (minimo assoluto), ad ogni modo non quella dei *dati elatéri*, che qui non potrebbe aver senso. Perché essendo, come si é ripetutamente osservato, pienamente determinate le u, v, w, dati che sieno i valori delle $F, G, H; X_n, Y_n, Z_n$, nessun sistema $(\delta u, \delta v, \delta w)$ sarebbe compatibile con quei dati valori. Ed é solo mediante la considerazione di sistemi *incoerenti* che si puó, come si é fatto qui sopra, parlare di minimo per dati valori degli elatéri.

Siamo quindi in presenza di due principii perfettamente distinti, benché valevoli ambedue a caratterizzare, sotto un diverso punto di vista, lo stato di equilíbrio.

§ 7. — Faró seguire alcune osservazioni intorno ai sistemi composti e ai sistemi vincolati.

Sia un sistema formato dall' unione di piú parti collegate fra loro in modo da formare un tutto connesso, paragonabile ad un corpo solo. Considerato come tale, sará ad esso sistema applicabile quanto sopra. Senonché qui la condizione di coerenza si puó anche scindere in due: di coerenza, cioé, per le parti costituenti singolarmente prese, e di coordinamento delle parti stesse in compagine; e si capisce come ambedue queste condizioni

debbano ora essere incluse nella condizione del minimo di Π, che qui naturalmente si presenta come somma, $\Sigma\Pi_s$, di termini relativi alle singole parti.

Supponiamo soddisfatta la prima condizione col considerare solo deformazioni possibili per ciascuna di queste parti presa isolatamente. In tal caso ciascuna delle Π_s è già per sè un minimo in relazione coi valori degli elatèri, fra i quali figurano anche le tensioni terminali per le superficie di confine che in realtà non son date; e può riguardarsi come funzione sia del sistema parziale (u_s, v_s, w_s) di spostamenti, sia degli elatèri, compredendo in questi anche le anzidette tensioni terminali alle superficie di confine, che restano indeterminate.

Riferendosi allora alla somma $\Sigma\Pi_s$ intesa come se le parti del sistema fossero libere e indipendenti, si ha come figliazione della proposizione generale l'altra: che il minimo di essa somma compatibilmente coi dati valori degli elatèri (dati all'interno e sulla superficie libera e riguardando come indeterminate o variabili le tensioni sulle superficie di confine) implica il mantenimento della continuità geometrica nella successione delle parti, ossia il mantenimento della compagine iniziale.

Questo si può anche dimostrare direttamente con tutta facilità valendosi dell'equazione (5′) che applicheremo qui separatamente alle singole $\delta\Pi_s$ facendo poi la somma. Notando che per la condizione $\delta F = \delta G = \delta H = O$ spariscono tutti i termini relativi ai punti interni, e che degl'integrali di superficie, per la condizione $\delta X_n = \delta Y_n = \delta Z_n = 0$ valevole per tutte le parti di superficie libera, rimangono i soli termini relativi alle superfici di confine che possono accoppiarsi due a due per le parti contrapposte, si ottiene per $\delta\Pi = \Sigma\delta\Pi_s$ un risultato della forma

$$\delta\Pi = -\Sigma\int\{u_r\delta X_{n_r} + u_s\delta X_{n_s} + v_r\delta Y_{n_r} + v_s\delta Y_{n_s} + w_r\delta Z_{n_r} + w_s\delta Z_{n_s}\}d\sigma_{r,s}$$

ovvero, posta per le $\delta X_x, \delta Y_y, \ldots \delta X_y$ la continuità anche sulle superficie di confine, talchè $\delta X_{n_r} = -\delta X_{n_s}, \ldots$:

$$(5')_a \qquad \delta\Pi = -\Sigma\int\{(u_s - u_r)\delta X_n + (v_s - v_r)\delta Y_n + (w_s - w_r)\delta Z_n\}d\sigma_{r,s}$$

dove $\delta X_n, \delta Y_n, \delta Z_n$ denotano ora i valori comuni, che del resto sono interamente arbitrarii. Ne segue senz'altro che la condizione necessaria e sufficiente per l'annullarsi di $\delta\Pi$ ossia pel minimo di Π si riduce presentemente a ciò, che sia in tutti i punti delle dette superficie di confine

$$u_r = u_s, \quad v_r = v_s, \quad w_r = w_s$$

vale a dire che esse combacino punto a punto come nello stato iniziale.

Colla condizione di compagine viene individuato lo stato del sistema, che è lo stato di equilibrio del sistema stesso, preso qual è realmente colle sue connessioni, sotto l' azione di forze esterne uguali e contrarie ai dati valori degli elatèri. Onde si vede che il criterio del minimo basta a caratterizzare lo stato di equilibrio; e quindi include gli elementi occorrenti alla determinazione delle tensioni sulle superficie di confine.

Ed è più propriamente sotto questo aspetto che noi ritroviamo il teorema del Menabrea nella forma in cui venne applicato.

La circostanza che l' espressione del lavoro Π, in grazia della costituzione dei sistemi considerati, si presentava spontaneamente quale somma di termini spettanti alle singole parti costituenti distintamente prese, spiega perchè, pur facendone l' applicazione, il senso vero della proposizione, che ha per base la considerazione delle deformazioni delle parti *riguardate come indipendenti*, passasse generalmente inavvertito o fosse frainteso.

Perchè, giova insistervi, senza di ciò la proposizione perde ogni significato. Infatti considerato il sistema colla sua compagine come un tutto continuo, il suo stato per dati elatèri (o lo stato di equilibrio sotto l'azione di date forze esterne) è pienamente determinato ed unico, e quindi nessuna variazione degli elementi ad esso relativi è più compatibile, e non si può perciò parlare di minimo del lavoro *compatibilmente coi dati valori* degli elatèri (o delle forze esterne).

Veniamo ai sistemi *vincolati*. Qui entrano in considerazione, come nuovo elemento, le *resistenze sviluppate dai legami*, le quali si presentano alla prima come forze *indeterminate* da aggiungersi alle date forze esterne; e la soluzione del problema dell' equilibrio comprende allora anche la determinazione di siffatte resistenze. Questa può farsi talvolta, indipendentemente da ogni considerazione relativa all' elasticità, riportandosi alla statica dei sistemi *rigidi*, in virtù delle sei equazioni che rappresentano le condizioni di equilibrio per il sistema considerato come rigido, cui deve notoriamente soddisfare il complesso di tutte le forze, cioè delle forze date e delle resistenze incognite. Ma prescindendo da questo caso, ecco come si procede in via ordinaria. Il valore delle resistenze viene a dipendere in generale da un certo numero di quantità indeterminate λ, tante quante sono le equazioni di condizione che rappresentano i legami. Supposto risoluto il problema dell' equilibrio per il caso in cui tutte le forze si riguardino come date, e avendo così l' espressione degli spostamenti in funzione delle forze, si sostituiscono nelle equazioni di condizione, per gli spostamenti che vi sono implicati, tali loro espressioni. Ne risultano delle equazioni che vengono a contenere le λ come incognite e permettono in generale di determinarle: onde per mezzo di esse restano poi determinate le nominate resistenze.

Ora é facile vedere come la stessa determinazione si possa ricondurre anch' essa ad una questione di minimo analoga alla precedente. Secondo il nostro modo di considerare le cose dovremo intendere che siano assegnati solo in parte i valori degli elatéri, e resti indeterminata la parte che si contrappone alle resistenze, che supporremo limitate alla superficie. Denotando con X'_n, Y'_n, Z'_n i relativi valori, avremo dalla (5')

$$(5')_b \qquad \delta\Pi = -\int(u\delta X'_n + v\delta Y'_n + w\delta Z'_n)d\sigma$$

dove l' integrale comprende i termini relativi alle sole parti di superficie dove si manifestano le resistenze cui si contrappongono le X'_n, Y'_n, Z'_n; mentre tutto il resto del secondo membro della (5') che dipende dagli elatéri assegnati scompare.

Il sistema di spostamenti che rende Π minimo dovrà appartenere alla classe dei sistemi, che designeró con (u', v', w'), che annullano il 2.° membro della $(5')_b$, e sarà quello che oltracció fornisce i dati valori per gli elatéri assegnati. Ora é chiaro, per la natura delle forze che rappresentano le resistenze sviluppate dai legami, che i sistemi (u', v', w') saranno tutti e soli quelli che rappresentano spostamenti *conciliabili* coi legami stessi; e quindi si deduce che la condizione del minimo di Π implica nel caso attuale l' *obbedienza ai legami.*

Il sistema di spostamenti che essa individua é quello che sotto quei dati legami fa equilibrio al dato sistema di forze esterne, uguali e contrarie ai supposti valori degli elatéri: onde anche qui essa condizione basta a caratterizzare lo stato di equilibrio, e quindi include quanto occorre per la determinazione delle resistenze. Supponendo di conoscere l' espressione di Π in funzione di tutti gli elatéri, contenente quindi le X'_n, Y'_n, Z'_n, e supponendo queste ultime espresse per le indeterminate λ di cui sopra, non si avrà che ad eguagliare a zero le derivate di Π prese rispetto alle λ per avere tante equazioni quanto sono le λ stesse e in cui queste entrano linearmente, le quali perció potranno servire a determinarle.

§ 8. — Si ha dunque, riassumendo, che lo stesso criterio di minimo che vedemmo includere le condizioni di *coerenza* per l' interno, include altresí pei sistemi composti le condizioni di *compagine* e pei sistemi vincolati quelle di *obbedienza ai legami.* Esso caratterizza in ogni caso completamente lo stato di deformazione, che é lo stato di equilibrio corrispondente alle date forze, alla compagine ed ai legami; e alla stessa guisa che determina la legge dello sviluppo e della distribuzione interna delle tensioni, determina l' atteggiamento e la trasmissione delle tensioni stesse nelle giunture, ed il modo con cui si distribuisce ed equilibra lo sforzo

contro i legami. E tutto ciò può raccogliersi brevemente in una proposizione unica, che rappresenta il teorema del Menabrea nel suo senso più lato, cioè: *Il lavoro di deformazione è un minimo nello stato di equilibrio compatibilmente colle condizioni date* (valori delle forze esterne, compagine, legami).

Le considerazioni precedenti hanno per iscopo di mostrarne la genesi e specificarne nettamente il senso. E si vede che il punto essenziale sta nel precisare che cosa si deve intendere per la quantità, designata da noi con Π, cui si riferisce il minimo e si dà il nome di *lavoro di deformazione*, e a quali elementi vanno riferite le variazioni da cui dipende la variazione di Π.

L'importanza del teorema è manifesta. E considerato quale criterio caratteristico dello stato di equilibrio, appare giustificato il nome di *principio di elasticità* proposto dall'illustre Autore.

Volendo tradurre in forma semplice il significato meccanico della proposizione, si potrebbe dire che esprime la *legge di coordinamento*, in virtù della quale le parti di un sistema elastico si sostengono mutuamente cooperando colla loro unione a reagire col minimo sviluppo di energia contro le forze esterne. Ogni genere di connessione o legame tende ad accrescere la facoltà di reazione contro le forze deformatrici, onde risulta l'equilibrio con la minor deviazione dello stato primitivo: di guisa che ricercando la condizione affinché il lavoro assorbito — computato dapprima per lo stato libero — sia un minimo, si ritrovano appunto le condizioni di coerenza, di compagine, di obbedienza ai legami; e resta al tempo stesso determinato lo stato di tensione.

Dal punto di vista pratico la proprietà del minimo trova utile impiego nella trattazione di molti problemi relativi ai sistemi formati di materiali elastici che si presentano nelle applicazioni, conducendo spesso per la via più diretta alla determinazione degli elementi che si cercano.

Sistemi articolati.

§ 9. — Prenderò come esempio illustrativo delle considerazioni generali precedenti il caso dei sistemi articolati, come il più semplice e il più noto tra quelli che han fornito materia alle discussioni intorno al teorema in discorso.

Si tratta di n punti o nodi $p_1, p_2, \dots p_n$ riuniti fra loro da verghe o sbarre elastiche congiunte a snodo, il cui numero si suppone superiore a quello occorrente a stabilire la forma del sistema che è di $3n$-6. Le sbarre si suppongono rettilinee, di sezione costante e omogenee per tutta la loro

lunghezza, e si prescinde dal loro peso. Ai singoli nodi p_r si suppongono applicate delle forze (X_r, Y_r, Z_r), e non si considerano altre forze esterne all' infuori di queste: per le quali si ammette inoltre che esse soddisfino alle sei equazioni date dalla statica dei sistemi rigidi, senza di che non sarebbe possibile l' equilibrio.

In tali condizioni le reazioni elastiche si riducono a tensioni longitudinali, costanti lungo le singole sbarre, che indicheremo in generale con $T_{r,s}$ per la sbarra $l_{r,s}$ che congiunge due nodi qualunque p_r e p_s.

Denotando con $\alpha_{r,s}$, $\beta_{r,s}$, $\gamma_{r,s}$ i coseni di direzione di $l_{r,s}$ nel verso che da p_r va a p_s, e ponendo

$$(a) \qquad U_r = \Sigma_s T_{r,s}\alpha_{r,s}, \qquad V_r = \Sigma_s T_{r,s}\beta_{r,s}, \qquad W = \Sigma_s T_{r,s}\gamma_{r,s}$$

le U_r, V_r, W_r rappresentano gli elatéri per il caso attuale, e le equazioni di equilibrio per singoli nodi p_r avranno la forma

$$(b) \qquad U_r + X_r = 0, \qquad V_r + Y_r = 0, \qquad W_r + Z_r = 0$$

In virtú poi delle sei relazioni

$$\Sigma U_r = 0, \qquad \Sigma V_r = 0, \qquad \Sigma W_r = 0; \qquad \Sigma(W_r y_r - V_r z_r) = 0, \ldots$$

cui soddisfano identicamente le U_r, V_r, W_r, le (b) non saranno possibili a meno che le forze esterne non soddisfino alle caratteristiche dell' equilibrio di un sistema rigido, come si é supposto: e in tal caso delle $3n$ equazioni rappresentate dalle (b), sei saranno conseguenza delle altre.

Per semplificare prendiamo per origine degli assi un vertice p_1, per direzione dell' asse x la direzione $p_1 p_2$ e per piano xy il piano $p_1 p_2 p_3$; e riguardando gli assi come fissi, sopprimiamo le tre equazioni relative al vertice fino p_1, le due equazioni per le componenti normali alla direzione fissa x in p_2 e finalmente l' equazione per la componente normale al piano fisso xy in p_3. Restano cosí le $3n$-6 equazioni *distinte*.

$$(b_1) \qquad \begin{array}{llll}
— & — & — & (p_1) \\
U_2 + X_2 = 0 & — & — & (p_2) \\
U_3 + X_3 = 0, & V_3 + Y_3 = 0 & — & (p_3) \\
U_4 + X_4 = 0, & V_4 + Y_4 = 0, & W_4 + Z_4 = 0 & (p_4) \\
\dots & \dots & \dots & \\
U_r + X_r = 0, & V_r + Y_r = 0, & W_r + Z_r = 0 & (p_r) \\
\dots & \dots & \dots &
\end{array}$$

Le quantità relative alle equazioni mancanti al posto contrassegnato si deducono dalle altre in virtù delle relazioni predette.

Nel caso che il sistema fosse ridotto alle sole sbarre *principali*, come si sogliono chiamare le $3n$-6 sbarre occorrenti a stabilirne la forma, queste equazioni con riguardo alle (a) basterebbero alla determinazione delle tensioni, la quale si farebbe così colle sole leggi della statica ordinaria.

Escluso questo caso col supporre come si è fatto il numero delle sbarre superiore a $3n$-6, conviene per la detta determinazione ricorrere alle leggi di elasticità mettendo in giuoco la dipendenza fra le tensioni e le variazioni di lunghezza delle sbarre.

Osserviamo anzitutto che se si suppongono nulle tutte le forze esterne applicate ai vertici, le tensioni potranno tuttavia non esser nulle. Vi saranno perciò, in generale, da considerare i valori *iniziali* delle tensioni stesse, che saranno tali da soddisfare alle (b) dove si suppongano uguali a *zero* tutte le componenti X_r, Y_r, Z_r delle forze esterne: tali cioè che tutti gli elatéri U_r, V_r, W_r risultino nulli.

In ogni altro stato di equilibrio corrispondente a date forze esterne si aggiungeranno ai valori iniziali le *tensioni relative*, che sono effetto dell' applicazione di quelle forze; ed é chiaro che tali tensioni relative soddisferanno anch' esse alle equazioni (b). E d' ora innanzi intenderemo sempre che le $T_{r,s}$ rappresentino appunto le tensioni relative. Designando con $\overline{T}_{r,s}$ le tensioni iniziali, saranno allora $\overline{T}_{r,s} + T_{r,s}$ le tensioni vere o totali. Gli elatéri U_r, V_r, W_r saranno indipendenti dalle tensioni iniziali.

Indicando con u_r, v_r, w_r gli spostamenti (infinitesimi) dei vertici p_r, contati a partire dallo stato iniziale, e con $\lambda_{r,s}$ gli allungamenti corrispondenti delle sbarre $l_{r,s}$, si ha, a meno di infinitesimi di ordine superiore,

$$\text{(c)} \qquad \lambda_{r,s} = (u_s - u_r)\alpha_{r,s} + (v_s - v_r)\beta_{r,s} + (w_s - w_r)\gamma_{r,s}$$

e per la dipendenza fra le $\lambda_{r,s}$ e le tensioni $T_{r,s}$ si ha la relazione semplice

$$\text{(d)} \qquad T_{r,s} = \varepsilon_{r,s}\lambda_{r,s}$$

le $\varepsilon_{r,s}$ denotando dei coefficienti costanti per le singole sbarre.

Il lavoro corrispondente ad una variazione $\delta\lambda_{r,s}$ sarà dato da

$$(\overline{T}_{r,s} + T_{r,s})\delta\lambda_{r,s}$$

ovvero anche, avuto riguardo alla (d)

$$\overline{T}_{r,s}\delta\lambda_{r,s} + \varepsilon_{r,s}\lambda_{r,s}\delta\lambda_{r,s}$$

onde integrando si avrà il lavoro di deformazione della sbarra, contato a partire dallo stato primitivo, espresso da

$$\overline{T}_{r,s}\lambda_{r,s} + \frac{1}{2}\,\varepsilon_{r,s}\lambda^2_{r,s}$$

Per tutto il sistema il lavoro di deformazione, che si ottiene facendo la somma per tutte le sbarre, viene ad essere rappresentato semplicemente da

$$\frac{1}{2}\,\Sigma\varepsilon_{r,s}\lambda^2_{r,s}$$

perchè, come è facile vedere, la parte $\Sigma\overline{T}_{r,s}\lambda_{r,s}$ si annulla. Sostituendo infatti per le $\lambda_{r,s}$ i valori (c) e ordinando rispetto agli spostamenti u_r, v_r, w_r si trova che i loro coefficienti risultano costituiti (a) con segno ſcangiato dagli elatèri U_r, V_r, W_r riferiti allo stato iniziale, che si è detto essere nulli.

Indicando al solito con Π il detto lavoro di deformazione, si ha dunque con riguardo alla (d)

$$\Pi = \frac{1}{2}\,\Sigma\varepsilon_{r,s}\lambda^2_{r,s} = \frac{1}{2}\sum\frac{T^2_{r,s}}{\varepsilon_{r,s}} \tag{e}$$

ovvero anche

$$\Pi = \frac{1}{2}\,\Sigma T_{r,s}\lambda_{r,s} \tag{f}$$

mentre per la variazione $\delta\Pi$ si hanno le due espressioni reciproche

$$\delta\Pi = \Sigma T_{r,s}\delta\lambda_{r,s} \tag{g}$$

$$\delta\Pi = \Sigma\lambda_{r,s}\delta T_{r,s}\,. \tag{g'}$$

Dalle (f) ponendo per le $\lambda_{r,s}$ i valori (c) ed ordinando poi rispetto alle u_r, v_r, w_r come si è fatto testè per la somma $\Sigma\overline{T}_{r,s}\lambda_{r,s}$, si ha l'espressione di Π in funzione degli elatèri e degli spostamenti nella forma

$$\Pi = -\frac{1}{2}\,\Sigma(U_r u_r + V_r v_r + W_r w_r) \tag{f$_1$}$$

e analogamente dalle (g), (g') si deducono le espressioni di $\delta\Pi$

$$(g_1) \qquad \delta\Pi = -\Sigma(U_r\delta u_r + V_r\delta v_r + W_r\delta w_r)$$

$$(g_1') \qquad \delta\Pi = -\Sigma(u_r\delta U_r + v_r\delta V_r + w_r\delta W_r)\,.$$

§ 10. — Ciò premesso, ricordiamo come si procede in via ordinaria per risolvere il problema della determinazione delle tensioni.

S' incomincia coll' esprimere le tensioni stesse per gli spostamenti dei vertici mediante le relazioni (c) e (d), che danno

$$(h) \qquad T_{r,s} = \varepsilon_{r,s} \{ (u_s - u_r)\alpha_{r,s} + (v_s - v_r)\beta_{r,s} + (w_s - w_r)\gamma_{r,s} \}$$

da cui conoscendo i $3n$-6 spostamenti

$$(---);\quad (u_2,--);\quad (u_3, v_3, -);\quad (u_4, v_4, w_4); \ldots\ldots \quad (u_r, v_r, w_r); \ldots$$

mediante i quali per il modo con cui si sono scelti gli assi vien definita la deformazione, si possono avere le tensioni di tutte le sbarre.

Si sostituiscono quindi le U_r, V_r, W_r calcolate mediante le (a) coi valori (h) nelle equazioni (b_1), le quali vengono per tal modo a contenere linearmente gli spostamenti suddetti ed essendo in numero eguale ad essi possono servire a determinarli. Si ottengono così i loro valori in funzione lineare ed omogenea delle componenti delle forze esterne; e trovati questi, le stesse (h) danno poi senz' altro i valori cercati delle tensioni.

Facciamo ora intervenire la condizione del minimo di Π seguendo il nostro ordine di idee. E in primo luogo osserviamo che le espressioni (e), (f) danno Π come somma dei lavori di deformazione relativi alle singole sbarre *indipendentemente dal loro collegamento*, ed è solo per Π inteso così che si potrà parlare di minimo compatibilmente con dati valori delle forze esterne o degli elatèri U_r, V_r, W_r. È chiaro che ciò non avrebbe senso per Π dato nella forma (f_1) relativa al *sistema delle sbarre collegate*, perchè le forze date determinano completamente tutti gli spostamenti u_r, v_r, w_r e non si può quindi immaginare nessun sistema di variazioni δu_r, δv_r, δw_r compatibile con esse forze.

Riferendoci dunque a Π inteso nel primo significato, mostriamo dapprima che la condizione del minimo per dati valori delle U_r, V_r, W_r importa quella del collegamento delle sbarre. Partendo per ciò dall' espressione (g') di $\delta\Pi$, osserviamo che se Π è un minimo nelle dette condizioni, esisterà un sistema di $3n - 6$ quantità

$$(---);\quad (u_2,--);\quad (u_3, v_3, -);\quad (u_4, v_4, w_4); \ldots (u_r, v_r, w_r); \ldots\ldots$$

tali che moltiplicando per esse ordinatamente le espressioni

$$(---),\ (\delta U_2, --),\ (\delta U_3, \delta V_3, -);\ (\delta U_4, \delta V_4, \delta W_4), \ldots (\delta U_r, \delta V_r, \delta W_r), \ldots\ldots$$

calcolate colle (a), ed eguagliando a zero la detta espressione di $\delta\Pi$ accresciuta della somma di cotali prodotti, l'equazione che ne risulta sia soddisfatta supponendo le $\delta T_{r,s}$ *tutte arbitrarie.*

Ordinando rispetto alla $\delta T_{r,s}$ con riguardo all'essere $T_{r,s} = T_{s,r}$, l'equazione predetta si riduce alla forma

$$\Sigma\Theta_{r,s}\delta T_{r,s} = 0$$

dove

$$\Theta_{r,s} = \lambda_{r,s} - \{(u_s - u_r)\alpha_{r,s} + (v_s - v_r)\beta_{r,s} + (w_s - w_r)\gamma_{r,s}\}$$

la quale si scinde perció in tante equazioni $\Theta_{r,s} = 0$ quante sono le $\delta T_{r,s}$.

Queste equazioni sono di forma identica alle (c). Onde resta provata l'esistenza di un sistema di quantità u_r, v_r, w_r dalle quali, considerate come componenti di spostamento dei vertici p_r, risultano gli allungamenti $\lambda_{r,s}$ corrispondenti al minimo di Π: e quindi si ha come si era detto, che la condizione del minimo importa il collegamento delle sbarre.

Di più si vede subito che le u_r, v_r, w_r sono precisamente gli spostamenti che fanno equilibrio ai dati valori delle forze esterne. Infatti per determinarle si ha da esprimere per esse le $T_{r,s}$ servendosi delle (c), (d), con che si giunge alle espressioni (h), e quindi calcolate con queste le U_r, V_r, W_r secondo le (a), servirsi delle equazioni (b_1), precisamente come nel problema di equilibrio.

Tutto ció si accorda con quanto si é detto per l'addietro in generale. E inoltre si vede, in relazione coll'osservazione fatta allora, che mentre per la via indicata il criterio del minimo conduce alle stesse equazioni date dal metodo ordinario, esso puó anche servire a determinare le tensioni direttamente senza far intervenire gli spostamenti. Si puó per es. servirsi delle $3n-6$ equazioni che si ottengono eguagliando a zero le δU_r, δV_r, δW_r per esprimere $3n-6$ fra le $\delta T_{r,s}$ in funzione delle altre, sostituire tali espressioni nel secondo membro della (g') ed uguagliare poi a zero i coefficienti delle $\delta T_{r,s}$ rimaste, che sono tutte indipendenti. Aggiungendo le equazioni che cosí si ottengono alle $3n-6$ equazioni (b_1) si ha precisamente il numero di equazioni occorrenti alla determinazione di tutte le $T_{r,s}$.

Oppure si puó procedere cosí: Trascegliendo nel sistema $3n-6$ sbarre quali *sbarre principali*, immaginiamo per un momento soppresse le altre, sostituendo nei vertici cui fanno capo delle forze uguali alle rispettive tensioni delle sbarre soppresse, con che l'equilibrio non sarà turbato; e supponiamo calcolate le tensioni delle sbarre nel sistema cosí modificato, il che puó farsi semplicemente colla statica dei sistemi rigidi. Tali tensioni verranno a dipendere dalle tensioni delle sbarre soprannumerarie soppresse

che designerò con $\theta_{r,s}$ e che qui figurano quali forze esterne; e così ne dipenderà il lavoro di deformazione del sistema modificato che suppongo espresso per le tensioni e che indico con Π'. Se ora ritornando al sistema primitivo si indica al solito con Π il lavoro di deformazione ad esso relativo, sarà

$$\Pi = \Pi' + \frac{1}{2}\sum \frac{\theta_{r,s}^2}{\varepsilon_{r,s}}$$

e per la variazione di Π nell'ipotesi che rimangano invariate le forze esterne e quindi Π' varii solo dipendentemente dalle $\theta_{r,s}$, si avrà

$$\delta\Pi = \sum\left(\frac{\partial\Pi'}{\partial\theta_{r,s}} + \frac{\theta_{r,s}}{\varepsilon_{r,s}}\right)\delta\theta_{r,s}$$

Introducendo adesso la condizione del minimo col porre $\delta\Pi = 0$, si ottiene così un sistema di equazioni della forma

$$\frac{\partial\Pi'}{\partial\theta_{r,s}} + \frac{\theta_{r,s}}{\varepsilon_{r,s}} = 0$$

che sono in numero eguale alle $\theta_{r,s}$ e le contengono linearmente, talchè possono servire a determinarle. Dopo di che anche le altre tensioni risultano determinate per mezzo di esse.

Volendo infine far cenno anche del caso in cui vi sia da tener conto di legami, prendiamo l'esempio più semplice possibile che è quello in cui si imponga ad un vertice p_k di rimanere in un piano.

Se

$$\alpha x + \beta y + \gamma z = d$$

è l'equazione del piano stesso in forma normale, dove quindi α, β, γ rappresentano i coseni della perpendicolare al piano, dovranno gli spostamenti u_k, v_k, w_k verificare l'equazione

$$\alpha u_k + \beta v_k + \gamma w_k = 0 .$$

Poniamo la condizione del minimo di Π nell'ipotesi che siano date tutte le forze esterne e solo resti indeterminata la resistenza sviluppata dal piano, che indicheremo con λ, e che sappiamo dover esser normale al piano stesso. Potremo qui riferirci all'espressione (f_1) di Π e quindi all'espressione (g_1') di $\delta\Pi$, la quale per l'ipotesi fatta si riduce alla sola parte relativa al punto p_k, onde

$$\delta\Pi = -(u_k\delta U_k + v_k\delta V_k + w_k\delta W_k).$$

Ma dovendo U_k, V_k, W_k rappresentare con segno cangiato le componenti della resistenza λ che, per esser questa normale al piano, sono date da $\lambda\alpha$, $\lambda\beta$, $\lambda\gamma$, si avrà

$$\delta\Pi = (\alpha u_k + \beta v_k + \gamma w_k)\delta\lambda,$$

e quindi la condizione del minimo ossia dell'annullarsi di $\delta\Pi$ porta che sia soddisfatta l'equazione che si ottiene eguagliando a zero il coefficiente di $\delta\lambda$, ed é appunto quella che rappresenta il legame imposto.

Essa condizione porta al tempo stesso alla determinazione del valore di λ e con ciò alla determinazione dello stato di equilibrio del sistema. Poichè supponendo nel secondo membro della (f_1) poste per U_k, V_k, W_k rispettivamente $-\lambda\alpha$, $-\lambda\beta$, $-\lambda\gamma$, per le altre U_r, V_r, W_r le date forze esterne prese con segno cangiato, e per gli spostamenti u_r, v_r, w_r le loro espressioni in funzione di tutte le forze, comprese le $\lambda\alpha$, $\lambda\beta$, $\lambda\gamma$ considerate anch'esse come date, si avrà per Π un'espressione contenente la λ al secondo grado oltre ad altre quantità tutte note, e quindi l'equazione

$$\frac{\partial\Pi}{\partial\lambda} = 0$$

data dalla predetta condizione del minimo, conterrà la λ al primo grado e servirà a determinarla.

DI UN RENE SOPRANNUMERARIO IN UNA BOVINA

MEMORIA

DEL PROFESSOR VINCENZO L. COLUCCI

(Letta nella Sessione del 27 Maggio 1894)

(CON UNA TAVOLA).

Fra le numerose e ben note anomalie di forma, di volume e di posizione dei reni, sono relativamente assai scarse quelle riferentisi al numero aumentato o diminuito di questi organi.

Poche osservazioni sono registrate di mancanza congenita dei due reni, collegata sempre ad estesi vizi di conformazione del corpo dei feti in cui fu rinvenuta.

Maggiormente scarse sono le osservazioni di reni soprannumerari, non avendo potuto io trovare che tre casi soli registrati negli Annali Veterinari: due descritti dal Gurlt ed uno dal Moulé; e dei quali, due osservati nel porco ed uno nel bue.

Il Gurlt (1), in un mostro bovino — *perosomus monomelus* — fra le molte anomalie dello scheletro, colla normale costituzione degli organi toracici ed addominali trovò una notevole anomalia dei reni. In questa vitella, difatti, esistevano quattro piccoli reni, due a destra e due a sinistra. Il destro ed il sinistro anteriori erano al loro posto, ed ognuno aveva un uretere proprio, il quale, nel punto dove la vagina si congiunge all' intestino retto, riceveva il corto uretere del rene posteriore corrispondente — che formava con quello un angolo retto — ed andava poi a sboccare nella vescica urinaria. I due reni posteriori sarebbero stati quindi situati nella cavità pelvica, se questa fosse esistita, e le loro arterie provenivano dalle arterie ombelicali.

Tre reni furono pure trovati dal Gurlt (2) in una troia, in tutto il resto

(1) *Magazin für die gesammte Thierheilkunde.* Dritten Jahrgang. Berlin 1837.

(2) *Drei Nieren bei einem Schweine.* Magaz. für die gesam. Thier. Berlin 1866.

ben conformata. Tutti e tre i reni erano di forma irregolare, due a destra ed uno a sinistra. Il destro anteriore, alquanto più grosso del posteriore, era situato nel suo posto normale, e questo ultimo là dove l' osso sacro è unito all' ileo. Dal rene anteriore destro al posteriore andava un condotto urinario (uretere), il quale colla sua estremità anteriore s' introduceva e terminava nel bacinetto renale; ma inoltre un particolare condotto si partiva dal rene anteriore, al quale un altro veniva incontro dal rene posteriore, dalla cui unione al primo ne risultava un unico uretere, il quale dirigendosi in addietro andava a sboccare nella vescica urinaria. Il rene sinistro, di volume normale, era irregolare soltanto per la forma.

Una terza osservazione di rene soprannumerario in una troia ben nutrita e perfettamente conformata, è stata fatta dal Moulé (1). Presentava questa tre reni, di cui due al lato destro: il primo a livello dell' ultima vertebra lombare, il secondo a dieci centimetri dal primo, quasi in posizione normale. Erano piccoli tanto che, presi insieme, non raggiungevano il volume del rene sinistro. Il posteriore centimetri 10 lungo e 5 largo, l' anteriore 7-5 lungo, 4 largo; il rene normale sinistro 12-15 lungo, 6-7 largo. Comunicavano i due reni di destra per mezzo di vasi sanguigni, e di un enorme uretere, che con due branche penetrava nel bacinetto del rene posteriore, e ad alcuni centimetri dall' anteriore aveva un ramo che andava alla vescica. Nel rene posteriore l' ilo era alla sua parte anteriore, e nell' altro nel posto normale. La sostanza corticale era più abbondante dell' ordinario. Bacinetti ed ureteri pure normali.

Il rene sinistro, situato alquanto più vicino al bacino, era normale; solo che l' uretere si divideva in due branche, di cui una andava nell' ilo mediano del bacinetto, e l' altra all' estremità anteriore del rene. Il bacinetto, che occupava la maggior parte del rene, era diviso in due cavità; nell' anteriore, più piccola, si apriva la relativa branca dell' uretere, e nella posteriore l' altra.

Son queste tre le sole osservazioni che ho potuto trovare ricercando negli annali di Veterinaria, e che, quantunque assai scarse e alquanto differenti fra loro per la forma dell' anomalia ed anche per le specie animali in cui vennero fatte, pure contengono in sè circostanze comuni che meritano di essere rilevate, perchè, secondo a me pare, sono importanti a poter stabilire la genesi di tali anomalie. Ed esse sono: 1° che nelle due troie in cui furono trovati tre reni, la duplicità è stata sempre a destra; 2° che nel caso della troia, osservato dal Gurlt, il rene duplice — nella figura e descrizione data — apparisce come un rene diviso per metà, le cui due parti sono collegate da un doppio condotto, dal più interno dei quali ha

(1) *Bulletin de la Société centrale de Médecine Veterinaire.* Paris 1887, pag. 431.

origine l' uretere principale, che va a sboccare nella vescica urinaria; 3° che nella osservazione del Moulé, i due reni di destra stanno in rapporto fra loro per un solo ampio condotto — non per due come nel caso di Gurlt — dal mezzo del quale parte l' uretere che va in vescica. Quantunque non vi sia figura illustrativa, pure il fatto che nel rene posteriore l' ilo era situato alla sua parte anteriore, accenna a certa somiglianza fra questa duplicità e quella dell' altra troia del Gurlt; 4° che nel rene sinistro — situato più prossimo al bacino — quantunque unico, vi si aprivano due branche dell' uretere: una, cioè, nell' ilo mediano, e l' altra all' estremità anteriore del rene, e che l' ampio bacinetto era diviso in due cavità, a ciascuna delle quali corrispondeva una branca dell' uretere. Queste particolarità, comuni alle due osservazioni fatte nella troia, e in qualche punto apparentemente dissimili, considerate in relazione alla prima osservazione del Gurlt, ed a quello che or ora riferirò circa un' altra da me fatta in una vacca, sembranmi, come ho detto, importanti dal punto di vista genetico di tali anomalie.

Nell' Agosto dello scorso anno veniva accolta e macellata, nel pubblico mattotoio di Messina, una vacca calabrese, in buonissimo stato di nutrizione e perfettamente conformata. Allo esame dei visceri e delle carni si trovò l' utero gravido, e fu sequestrato. Terminata la macellazione, in sull' imbrunire, mi feci ad aprire quell' utero gravido per estrarne il feto e conservarlo, e vidi inserito sull' ovaia destra, fig. 1ª *o*, e propriamente all' estremità sua posteriore e nel bordo superiore un corpo rotondo, *a*, di color rosso pavonazzo, quasi sferoidale, con un diametro trasverso di centimetri 2,5 circa, e un po' schiacciato alla sua parte inferiore, dove per un breve peduncolo era attaccato all' ovaia. Alla base del peduncolo, e propriamente a destra dell' angolo che esso forma colla sua inserzione all' ovaia — siccome é rappresentato nella figura — parte un cordone, grosso in media mm. 4, *c*, il quale si prolunga in addietro flessuoso ed aderente al legamento utero-ovarico, nel quale insensibilmente si perde a centimetri 4 di distanza dall' ovaia.

Il colore di cotesto corpo, la sua forma e consistenza mi fecero credere potesse trattarsi non di altro che di una glandola sanguigna. Nondimeno estratto il feto di circa 5 mesi, conservai tutto l' utero in una soluzione di allume creosotata, per osservare meglio quell' anomalia nel giorno seguente.

L' esistenza di quel cordone così conformato e disposto, in diretta continuazione col peduncolo, mi distolse dalla mia prima ipotesi, e non potendo farne altra più plausibile di quella, che fosse un piccolo rene accessorio, prima d' inciderlo, volli esaminare più minutamente i suoi rapporti coll' ovaia e le parti vicine. Null' altro d' importante a questo riguardo vi

rinvenni, tantoppiù che — come succede quasi sempre nei macelli, nella esportazione dei visceri — il legamento largo dell' utero era stato stracciato in maniera da non potersi più nulla rilevare sulla possibile esistenza del prolungamento in addietro di quel cordone, e del suo rapporto coll' uretere destro, il quale neppure si é potuto ritrovare. Solo potei stabilire, che la vascolarizzazione del supposto rene deriva dall' arteria utero-ovarica, dalla quale tentai iniettarlo, ma con risultato poco soddisfacente sia pel modo com' era stato asportato il viscere dal corpo, sia perché i tessuti erano raggrinzati dall'azione del liquido conservatore.

Ció fatto, misi il pezzo in alcool, e dopo 24 ore staccai quel corpo dall' ovaia incidendo a metá della sua lunghezza il peduncolo, e poscia con taglio perpendicolare, comprendendovi anche questo, lo divisi in due parti eguali. Giá a prima vista, pel colore diverso e per la disposizione della sostanza che lo componeva, onde potevasi distinguere in una parte corticale e una centrale, ed in mezzo a questa si prolungava il differente tessuto del peduncolo, mi confermó nell' ultima ipotesi, giustificata dipoi dall' osservazione microscopica.

Nella fig. 2ª é ritratta una sezione verticale del piccolo rene, eseguita verso il mezzo di esso, e 5 volte ingrandita. È coperto dalla sua tunica fibrosa, *a*, alla quale é sovrapposta ed unita mercé connettivo più lasso la sierosa peritoneale, misuranti in grossezza tutte e tre prese insieme mm. 0,24-0,36. La sierosa presenta delle piccole pieghe, onde la superficie del rene era aggrinzata. La sostanza corticale, *c*, più chiara della midollare, si distingue anche a questo piccolo ingrandimento, col quale peró non possonsi scoprire i tubuli contorti. Essa ha una disposizione irregolare, per cui forma uno strato molto ineguale; non pertanto in vari punti é possibile riconoscere i suoi prolungamenti nella sostanza midollare — colonne di Bertin — e i raggi midollari che dalle piramidi malpighiane in essa si avanzano, senza peró giungere fino al disotto della tunica fibrosa. Nella sostanza midollare, *m*, sono nettamente delimitate le piramidi — benché molto irregolari per forma e grandezza — da tramezzi connettivi percorsi da vasi sanguigni, le quali terminano nelle papille sporgenti e bene visibili nel connettivo del bacinetto *p*, ed appariscono pure i tubuli retti come fine strie longitudinali.

Il bacinetto renale *o*, colle sue incavature caliciformi *e*, fra le papille, é tutto occupato da tessuto connettivo fibroso percorso da vari rami arteriosi *b* e lacune vascolari *v*, e continuo col tessuto più compatto del peduncolo. In questa sezione non si vede traccia della cavitá della pelvi renale. I prolungamenti di questo tessuto connettivo sono quelli che delimitano le piramidi midollari.

I vasi sanguigni arteriosi corrono in questi tramezzi connettivi, e giunti

quasi al limite interno della sostanza corticale, conservano ivi una disposizione che assomiglia in qualche punto agli archi arteriosi esistenti normalmente alla base delle piramidi *f*; e di là, o mandano un ramo diritto nella sostanza corticale, o si dividono subito in più rami *f'*, alcune volte molto ravvicinati alla base, a guisa di pennello, e poi divergenti in vario senso.

Ció ch' é notevole, é la mancanza assoluta di corpuscoli malpighiani, non esistendovi neppure una traccia.

Nella sostanza corticale, ad un maggiore ingrandimento, fig. 3ª, si rilevano i tubuli contorti *t*, ma meno facilmente dei tubuli retti della sostanza midollare, per la particolare degenerazione patita. Essi sono molto atrofizzati, non misurando in media che mm. 0,010-0,012, e separati da abbondate tessuto connettivo fibroso *c*, in mezzo al quale vedonsi pure vasi arteriosi *a*, perloppiù occlusi da trombi freschi o organizzati.

Non ho potuto far risaltare molto bene i tubuli nei preparati, anche facendo uso delle più forti tinture carminiche ed ematossiliche. Coi colori basici di anilina ottenni delle tinzioni diffuse, di maniera che appena potevo distinguere i tubi dal connettivo, ed assai meno bene che colle soluzioni di carminio e di ematossilina. Non pertanto mi é riuscito stabilire ch' essi erano stati colpiti da necrosi di coagulazione fig. 5ª, *t*, consecutiva probabilmente ad avanzata atrofia, onde n' é prova la proliferazione del connettivo interstiziale, e l' esistenza in molti tubuli — meglio ora detti cilindri di sostanza amorfa o omogenea — di alcuni nuclei dell' epitelio, *a* e di vacuoli ialini, *i*.

Nella sostanza midollare i tubuli retti, anch' essi atrofici e pure degenerati, sono un po' meglio visibili, perché maggiormente refrangenti la luce, senza nuclei né vacuoli ialini, fig. 4ª.

Il peduncolo, alto circa 3 millimetri, alla sua inserzione al piccolo rene presentava un solco circolare poco profondo a guisa di colletto, fig. 2ª *n*, ed in basso si fondeva coll' ovaia. Era un po' piatto lateralmente, cosi che la superficie della sezione trasversa, eseguita a metá della sua lunghezza, é di forma ovale, fig. 6ª. È coperto, come il rene, dal peritoneo, il quale aderisce intimamente alla sua tunica fibrosa, formando assieme uno strato di tessuto più grosso verso le estremità — mm. 0,21-0,36, più sottile ed ineguale sui lati 0,12-0,18. È costituito nel resto da tessuto fibroso più o meno denso, a fibre raggianti verso la periferia, e variamente dirette nella parte centrale, dove scorrono vasi arteriosi per lo più trombosati, vene quasi tutte occluse e lacune vascolari. Vicino ad uno dei suoi lati ed in mezzo al tessuto fibroso denso, si vede un' apertura ellissoide *c*, rivestita al suo interno da uno strato ineguale di piccole cellule rotonde disposte in due e tre serie, fra esse alcune un po' allungate ma di aspetto

non decisamente epiteliale: parrebbe peró derivassero da proliferazione di elementi epiteliali preesistenti. Queste serie di cellule poggiano su di uno strato di connettivo fibroso meno denso dell' altro circostante, il quale é inoltre più ricco di giovani elementi.

In una sezione del peduncolo eseguita più in alto e vicino alla sua inserzione al rene, nella stessa direzione, cioé vicina allo stesso lato e in mezzo al connettivo fibroso denso, si vede pure un' apertura, fig. 7ª *a*, in gran parte occupata dalle stesse cellule rotonde e disposte in serie più numerose. Il tessuto connettivo circostante é molto più ricco di elementi cellulari e meno compatto. Più in alto — come ho detto — nelle sezioni verticali di parte del peduncolo e del connettivo del bacinetto non ho trovato traccia di cavità con epitelio. Invece, seguitando colle sezioni trasverse della base del peduncolo fin dove esso entrava a far parte del corpo dell' ovaia, si trova la stessa apertura, più larga ancora di quella mostrata dalla fig. 6ª — quasi del doppio — rotonda e rivestita da uno strato più alto di identiche cellule, le più interne delle quali in via di disfacimento, e poggiante sopra uno strato di connettivo fibrillare, fig. 8ª, *c*. Nelle sezioni fatte più in basso del punto medio della inserzione — fra la base del peduncolo e l' ovaia — del cordone descritto ed indicato nella fig. 1ª *c*, non si trova più tale apertura. Essa quindi era non altro che la sezione trasversa di un canale che dal bacinetto del rene si prolungava nel cordone. Le sezioni trasverse di questo, infatti mostrano che così realmente era, ma le tracce soltanto di un ampio canale preesistito esistono.

Nella fig. 9ª, che ritrae una piccola parte di sezione trasversa — eseguita a pochi millimetri di distanza dall' ovaia — del detto cordone costituito da tessuto fibroso compatto, quasi tendineo a fibre longitudinali, in mezzo a numerosi tagli di arterie e vene trombotiche *a*, e di lacune vascolari *v*, si riscontrano degli isolotti cellulari rotondi, ovali o di altra forma, circondati da uno strato di sostanza quasi ialina *c*, *c*. In questi isolotti osservati con più forte ingrandimento, fig. 10ª *c*, si riconoscono le stesse cellule che vedemmo rivestire l' interno delle due aperture nelle fig. 6ª e 8ª e di quelle nella fig. 7ª, e il tessuto connettivo a fibre circolari ora ridotto ad uno strato fibroso con elementi cellulari atrofici appena visibili *b*, o affatto ialino *d*. Questi isolotti cellulari sono evidentemente gli avanzi dell' epitelio proliferato, che rivestiva il canale dell' uretere, ora occluso da connettivo neoformato — analogo a quello che si trova a costituire il peduncolo e a riempire il cavo del bacinetto renale — il quale deriva dal connettivo sotto mucoso, i di cui elementi proliferando penetrarono nella cavità e la divisero in tanti piccoli canali, ora ridotti in cordoncini cellulari atrofici, che scompaiono a poco a poco nelle sezioni più lontane del cordone stesso.

Pei caratteri anatomici e microscopici surriferiti è evidente, che l'anomalia osservata in questa vacca, consiste nell' esistenza di un rene destro accessorio, saldato di buona ora all' ovaia del lato corrispondente.

Questa anomalia differisce dalle altre tre osservate e descritte dal Gurlt e dal Moulé: 1° per la sede, poiché i reni soprannumerari da loro trovati, erano posti o nella cavità pelvica o nell' entrata di essa alla regione lombo-sacrale; 2° perché erano liberi, e sempre in relazione fra loro per il condotto urinario, e vascolarizzati da rami dell' arteria renale, o dell' ombelicale — vaso cospicuo nel feto —; 3° perché in tutte e tre, i reni essendo pur piccoli, avevano costituzione e funzionalità normali. Nel mio caso, invece, il rene era impiantato sull' ovaia, isolato dal rene normale corrispondente per interruzione del condotto urinario e per essere vascolarizzato dai rami dell' arteria utero-ovarica, e infine atrofico in tutti i suoi tessuti costitutivi, e mancante assolutamente di corpuscoli malpighiani. Dal lato funzionale non poteva avere che piccola importanza, e solo in principio di sviluppo, ma più tardi nessuna; infatti gli altri due reni principali di questa vacca erano normali per sede, volume, struttura ed organi accessori di escrezione.

Il fatto però merita di essere preso in considerazione dal lato genetico, viste le particolari circostanze di sede, dell' incompleto sviluppo e dell' atrofia successiva del rene accessorio.

Debbo prima far notare una circostanza comune a tre delle anomalie di questo genere, finora osservate; e cioè, che dei tre reni, l' accessorio o sopranumerario fu sempre trovato a destra, e che il rene sinistro, unico, in un caso si trovò col bacinetto doppio, nel quale aprivansi le due branche dell' uretere biforcuto. Quindi anche nel rene sinistro vi era in questo caso una tendenza a duplicità, non però realizzata come nel destro. Certo non è facile trovare la ragione di questa frequenza di duplicità unilaterale destra del rene: ma potrebbesi forse dirigere l' attenzione alla ipotesi che, nello sviluppo del rene destro, dovendosi esso portare più avanti del sinistro, vi sia maggiore energia formativa del canale renale e quindi sviluppo di diverticoli. Ma è questa una semplice ipotesi, che difficilmente si potrà provare, se non in qualche speciale anomalia di questa parte dell' apparecchio urinario.

Tenendo ora presenti i fatti principali, già assodati dall' Embriologia, nello sviluppo degli organi genito-urinari, esporrò brevemente l' ipotesi, secondo me più probabile, circa il modo come è avvenuta questa anomalia.

Il canale renale, che nasce dal condotto escretore del rene primitivo, si allunga in avanti, e quando, pel rigonfiamento della sua estremità cieca

anteriore, si distingue in rene propriamente detto ed in uretere, raggiunge l'estremità posteriore del corpo di Wolff. Procedendo ancora in avanti, verso l'estremità anteriore di questo eseguisce un movimento di torsione, pel quale va a situarsi in avanti e al disopra di esso. Ivi, allargandosi ancora l'estremità sua, si forma il bacinetto renale, donde, per successive gemmazioni, nascono dapprima i calici e poscia i tubuli renali, alle di cui estremità periferiche sviluppansi i corpuscoli di Malpighi. In tutte queste fasi di rigonfiamento e gemmazione della estremità anteriore del canale renale si vede differenziarsi d'intorno al rene in formazione l'inviluppo mesodermico, e sempreppiù delimitandosi, isolarsi dai tessuti vicini.

I dati anatomici raccolti e brevemente descritti, nella presente anomalia, autorizzano, secondo a me pare, ad ammettere che, nelle prime fasi di sviluppo del rene permanente, dal condotto renale siasi per gemmazione formato un diverticolo, il quale essendo più corto, nel movimento di torsione da quello eseguito attorno al rene primitivo, si sia arrestato in prossimità della glandola genitale — ovaia —. Ivi per incompleta delimitazione del suo inviluppo mesoblastico dalla parte dell'ovaia, ne risultò il peduncolo, pel quale rimase a questa aderente; mentre il canale principale, allungatosi in avanti, andò a formare il rene normale, che ebbe il suo completo sviluppo. Il tratto del canale ostrutto del rene accessorio, che dal peduncolo e attraverso la parte estrema posteriore del parenchima ovarico si prolunga in addietro nel legamento utero-ovarico, parmi stia a provare che realmente tale sia stata la genesi del rene accessorio, e la maniera ond'esso rimase aderente all'ovaia.

Notevole è la mancanza assoluta di corpuscoli malpighiani e di qualsiasi traccia di essi in mezzo agli elementi atrofici del rene. La spiegazione di tal fatto è possibile, appoggiandosi alle cognizioni embriologiche relative alla comparsa e allo sviluppo dei glomeruli. Infatti, giusta le osservazioni del Kölliker (1), essi nascono, nel coniglio, fin dalla seconda generazione di gemme vuote derivate dalla dilatazione terminale del canale del rene, e più tardi nei vitelli. Le esatte osservazioni del Toldt circa l'origine dei glomeruli, confermate dal Kölliker, hanno stabilito, che essi derivano dal ricurvarsi ad *S* di una gemma terminale di 2ª generazione del canale renale, la cui seconda, o terminale, sinuosità si trasforma in capsula di Bowmann, mentre l'inviluppo mesodermico in essa sinuosità rinchiuso, mercè la proliferazione dei suoi elementi cellulari e la penetrazione ed accrescimento delle anse vascolari, diviene il glomerulo propriamente detto.

Riguardo alle cause che danno origine ai corpuscoli malpighiani, Köl-

---

(1) *Embryologie.* Trad. Schneider. Paris 1892, pag. 991.

liker riconosce esatta l'opinione di Remack, a cui è sembrato che il glomerulo nasce affatto indipendentemente dai tubi uriniferi, le di cui estremità semplicemente circondano i vasi. Ciò non esclude però che le due parti influiscano l' una sull' altra, e la formazione del glomerulo ed il suo incapsulamento dal tubo urinifero rappresentano due fenomeni indipendenti, ma concomitanti, di accrescimento.

Le fasi di sviluppo dei corpuscoli malpighiani del rene possonsi facilmente studiare nelle sezioni trasversali del corpo di embrioni bovini di 2-3 mesi, nelle quali con opportuni metodi di tinzione — eosina e carminio alluminoso — si riesce a vedere il progressivo sviluppo dei vasi del glomerulo. In ognuno di questi, dal punto dove la estremità della parte ricurva del tubulo urinifero viene a formare l' ilo della capsula, penetra un ramo vascolare che va direttamente verso il centro del mesoderma rinchiuso, dopo aver dato, entrando, due o tre rami laterali, e col progredire della proliferazione degli elementi cellulari, avanza altresì l'accrescimento delle anse capillari, mentre si dilatano il ramo primitivo dell' ilo e i laterali da esso nati.

Come per la vascolarizzazione di tutti i tessuti ed organi, così anche per questa dei glomeruli, oltre all' accrescimento numerico degli elementi istologici, vi concorre potentemente la pressione del sangue nell' interno delle arterie; e già il Kölliker ha fatto notare, che la curvatura delle estremità dei tubi uriniferi, come la differenza di grossezza dello strato epiteliale esterno ed interno dei glomeruli potrebbero dipendere in parte da cause meccaniche; le quali non possono essere altro che l' aumento di volume della porzione mesodermica rinchiusa, e la pressione del sangue nei vasi neoformati.

Ciò posto dev' essere tenuta nel debito conto, per lo sviluppo dei glomeruli, la pressione interna nei rami dell' arteria renale, che, pel calibro relativamente ampio, pel corso breve e retto, e pel modo semplice suo di dividersi nell' interno del rene, dev' essere certamente maggiore assai in essa che nella flessuosa arteria utero-ovarica, e più ancora che nei rami da questa derivanti per la vascolarizzazione del rene accessorio in quistione. Parmi quindi spiegabile la mancanza dei corpuscoli malpighiani, attribuendo un ufficio importante per lo sviluppo della loro porzione vascolare alla pressione endoarteriosa, che in questo caso ha dovuto essere minima.

A questo stesso debole coefficiente è in gran parte da ascriversi l' atrofia del rene accessorio, il cui abbondante numero di tubuli fa supporre che essi fin dal principio ebbero dimensioni molto ridotte, e quindi per questo e più per la mancanza dei glomeruli la quantità di urina da esso secreta è stata minima, onde ne seguì l' occlusione e l' atrofia dell' uretere in dire-

zione centripeta. Gli elementi glandolari colpiti da necrosi, l'occlusione più o meno completa, per trombosi ed endoangioite, di quasi tutti i rami arteriosi nel rene accessorio, fan prevedere che, fra non molto, di questo piccolo organo difficilmente si sarebbe potuto stabilire l' origine e natura sua.

Ed ora, dopo la precedente analitica esposizione anatomo-fisiologica dei fatti osservati, parmi poter tutto sintetizzare nelle seguenti conclusioni.

1° Che circa la natura del piccolo organo, trovato sull' ovaia destra di una vacca ed ivi fissato mercè un corto peduncolo, non vi può esser dubbio trattarsi di un piccolo rene accessorio, i cui tubuli furono tutti colpiti da atrofia e poscia da necrosi di coagulazione, e i vasi sanguigni quasi tutti progressivamente trombosati.

2° Che detto rene accessorio mancava inoltre assolutamente di corpuscoli malpighiani, e il suo bacinetto era tutto occupato da tessuto connettivo.

3° Che al peduncolo seguiva un corto cordone, residuo dell' uretere: nel primo si trovò un piccolo canaletto vuoto e rivestito da più strati di piccole cellule rotonde; le quali esistevano pure nel secondo, ma in isolotti sparsi e circondati da una membrana fibroso-ialina. Questi isolotti cellulari erano gli avanzi dell' epitelio dell' uretere, la cui cavità era stata divisa e poscia occlusa dal tessuto connettivo sottomucoso proliferato.

4° Che il piccolo rene, per tutte queste circostanze, è dubbio che abbia funzionato, o almeno molto imperfettamente, nella vita intrauterina della vacca che lo portava; poscia la sua funzionalità cessò totalmente.

5° Che circa all' embriogenesi di questa anomalia, è da ritenersi con molta probabilità, che il piccolo rene accessorio abbia avuto origine da un diverticolo del canale renale; il quale diverticolo, arrestato nel suo sviluppo, si fermò vicino alla glandola genitale, a cui rimase aderente mercè il peduncolo derivato dalla incompleta delimitazione dell' inviluppo mesodermico; mentre il canale principale, progredito nel suo sviluppo in avanti, ha dato origine al rene normale corrispondente.

6° Che la mancanza dei corpuscoli malpighiani è da attribuirsi tanto al deficiente sviluppo dei tubuli, che alla poca pressione endovascolare nelle arterie del piccolo rene, provenienti da rami dell' arteria utero-ovarica; tali essendo i due fattori necessari per lo sviluppo di questi speciali elementi costitutivi del rene.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

Fig. 1ª — In cui é ritratta, a metá grandezza del vero, l'estremitá anteriore del corno destro dell' utero coll' ovaia.

a Rene accessorio atrofico, impiantato mercé peduncolo sulla estremitá posteriore dell' ovaia.
b Ovaia.
c Cordone cilindrico, che dalla base del peduncolo renale si prolunga in addietro nel legamento utero-ovarico.
u Estremitá del corno uterino.
l Legamento largo dell' utero.

Fig. 2ª — Sezione perpendicolare del rene accessorio. Ing. 5 volte.

a Tunica fibrosa rivestita dal peritoneo.
c Sostanza corticale del rene.
m Sostanza midollare.
p Papille renali.
e Calici.
ff' Archi arteriosi alla base delle piramidi di Malpighi.
o Bacinetto renale occupato totalmente da tessuto connettivo fibroso, in mezzo al quale si trovano
b Sezioni di arterie in gran parte trombotiche, e
v Lacune vascolari.

Fig. 3ª — Parte di sostanza corticale del rene. Ingr. 100 volte.

t Tubuli contorti atrofici, e in molti punti fusi fra loro.
c Connettivo fibroso.
a Arterie trombosate.

Fig. 4ª — Parte di sostanza midollare. Ingr. 100 volte.

t Tubuli renali retti.
c Connettivo fibroso.

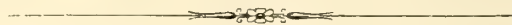
Fig. 5ª — Sezione di sostanza corticale. Ingr. 400 volte.
t Tubuli renali contorti atrofici e degenerati in una sostanza omogenea.
t' Tubuli fusi assieme sì da sembrare come ramificati.
i Vacuoli, o piccole sfere ialine nella sostanza omogenea dei tubuli.
n Avanzo di nuclei delle cellule renali.
c Connettivo fibroso.

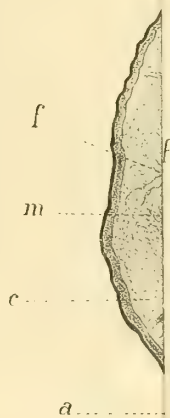
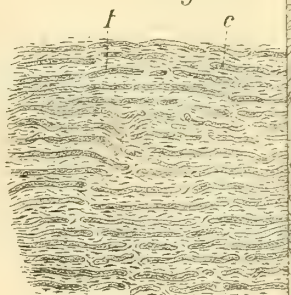
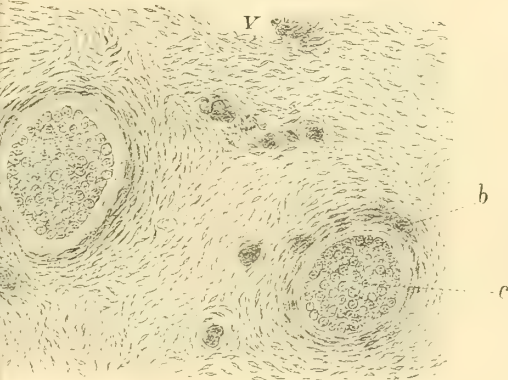
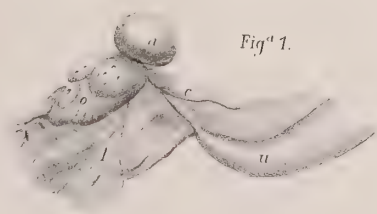
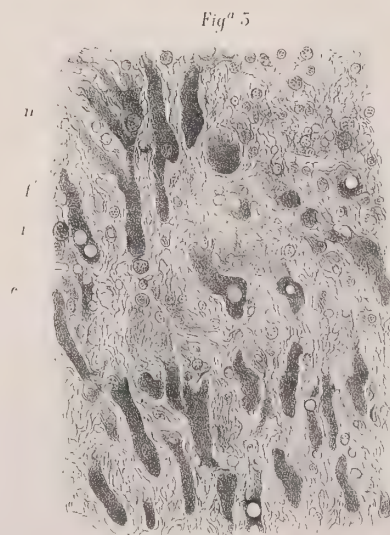
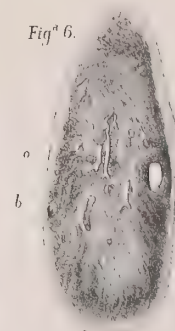
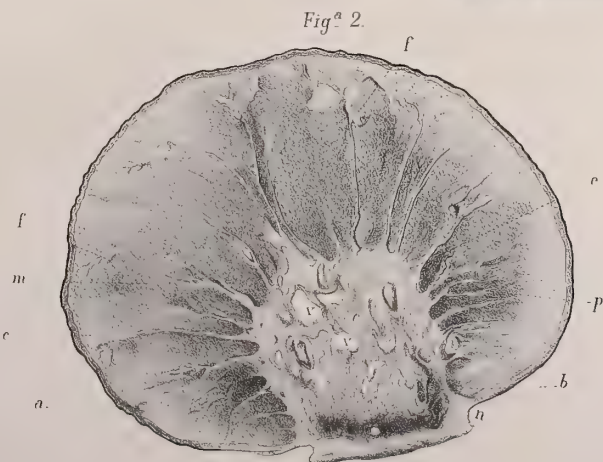
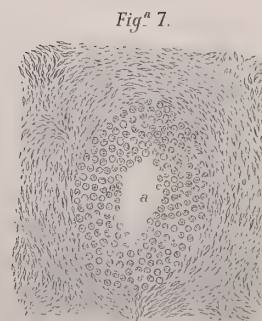
Fig. 6ª — Sezione trasversa del peduncolo, praticata nel mezzo della sua lunghezza. Ingr. 8 volte.
a Membrana fibrosa coperta dal peritoneo.
o Tessuto fibroso del peduncolo, percorso da
b Arterie.
v Lacune vascolari.
c Canale renale rivestito da alcuni strati di piccole cellule rotonde.

Fig. 7ª — Parte di una sezione del peduncolo in vicinanza all'ilo del rene. Ingr. 110 volte.
a Sezione trasversa del canale renale molto più ristretto che nella sezione della figura precedente, e quasi ripiene di piccole cellule rotonde.

Fig. 8ª — Sezione trasversa alla base del peduncolo inserita nel parenchima ovarico. Ingr. 8 volte.
o Tessuto fibroso.
f Piccola cicatrice ovarica.
c Canale renale formato da una membrana fibrosa e da più strati di piccole cellule.

Fig. 9ª — Parte di sezione trasversa del cordone *c* della fig. 1ª. Ing. 32 v.
v Lacune vascolari.
a Vasi arteriosi e venosi trombosati.
cc Avanzi cellulari del canale renale, circondati da membrane fibroso-ialine.

Fig. 10ª — Parte della precedente figura. Ingr. 200 volte. Le lettere si corrispondono.
b Strato fibroso con elementi cellulari atrofici.
d Strato ialino.

Figª 6.

Figª 8.

Figª 10.

Figª 4.

G. Miniati dis. dal vero

Lit. Mazzoni e Rizzoli-Bologna

Figª 1.

Figª 2.

Figª 3.

Figª 4.

Figª 5

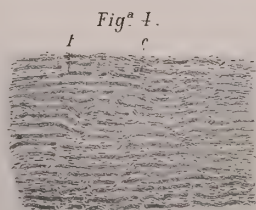
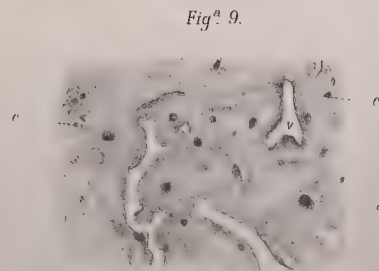
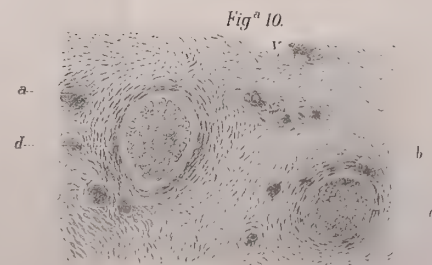
Figª 6.

Figª 7.

Figª 8.

Figª 9.

Figª 10.

G. Miniati dis dal vero E. Contoli inc Lit. Mazzoni Rizzoli Bologna

SULLE OSCILLAZIONI ELETTRICHE A PICCOLA LUNGHEZZA D' ONDA

E SUL LORO IMPIEGO

NELLA PRODUZIONE DI FENOMENI ANALOGHI AI PRINCIPALI FENOMENI DELL' OTTICA

MEMORIA

DEL

PROF. AUGUSTO RIGHI

(Letta nella Seduta del 27 Maggio 1894).

PARTE I.

Descrizione degli apparecchi.

---

1. **Introduzione.** Dopo che Hertz riescì ad ottenere dei raggi di forza elettrica, e a dimostrare che essi si riflettono, si rifrangono ed interferiscono come i raggi luminosi, vari altri sperimentatori ripeterono le sue celebri esperienze, confermandole ed estendendole. Peró poco aggiunsero in appoggio all'analogia che da quelle esperienze scaturiva fra le proprietà delle vibrazioni elettriche e quelle delle vibrazioni luminose, se si eccettua l' esperienza di concentrare le radiazioni elettriche per mezzo di una lente, eseguita da Lodge e Howard (1) e qualche altra esperienza intorno alla riflessione ed alle proprietà di reticoli a fili metallici paralleli, eseguite da vari autori.

Eppure uno dei lati più importanti, secondo me, del lavoro di Hertz, risiede appunto nella analogia suddetta. Se questa analogia verrà dimostrata intima e completa, aumenterà con ció grandemente la fiducia da riporsi nel concetto sviluppato da Maxwell, e cioè nell' ipotesi che i fenomeni luminosi altro non sieno che fenomeni elettromagnetici.

È facile peró spiegarsi come sia accaduto che poco finora siasi progredito in questa via. La lunghezza d'onda minima ottenuta da Hertz

---

(1) *Phil. Mag.* t. XXVIII, pag. 48, 1889.

e dai suoi continuatori, fu di circa 66 centimetri. Una tal lunghezza d'onda obbligherebbe a far uso di apparati di dimensioni grandissime, onde evitare fenomeni di diffrazione tali da mascherare molti dei fenomeni analoghi a quelli che di solito producono le onde luminose.

Onde progredire nella dimostrazione della predetta analogia, occorreva anzi tutto creare degli apparecchi coi quali fosse possibile produrre e studiare raggi di forza elettrica con lunghezza d'onda assai minore di 66 cent., e a questo intento rivolsi da prima le mie indagini. Queste fortunatamente mi condussero a realizzare il mio progetto, ponendomi in grado di esperimentare con lunghezze d'onda di pochi centimetri (anche di soli due centimetri e mezzo circa).

In possesso di questi apparecchi, i quali hanno altri peculiari vantaggi, ho a più riprese istituite delle esperienze, dalle quali è risultato dimostrata la più perfetta analogia fra le onde elettriche e le luminose.

In varie Note preliminari (1) ho brevemente descritti non solo gli apparecchi da me inventati, ma anche alcune esperienze con essi realizzate (diffrazione, riflessione totale, polarizzazione circolare ecc.). Ma in seguito ho avuto l'opportunità di perfezionare di molto quegli apparecchi e di realizzare molte nuove esperienze. Perciò ho creduto di dovere dedicare la presente Memoria alla esposizione completa dei risultati da me ottenuti, ed alla descrizione degli apparati più perfetti che mi hanno servito per ottenerli.

Già nella forma che loro diedi da principio, i miei apparecchi furono adoperati da diversi sperimentatori (2). È quindi sperabile che perfezionati come ora sono, possano rendere segnalati servigi alla scienza.

2. **Gli oscillatori.** Un eccitatore o oscillatore di Hertz non è altro che un condensatore che ripetutamente si scarica, attraverso un circuito tale che la scarica sia oscillante. Il periodo d'oscillazione cresce, secondo una nota formola, insieme alla capacità del condensatore ed all'autoinduzione del circuito. Negli oscillatori di Hertz le armature sono costituite dalle due aste poste sul prolungamento l'una dell'altra, e dalle lastre metalliche che in molti casi sono riunite alle loro estremità più lontane. Il circuito di scarica è costituito dalle aste stesse e dalla scintilla che le

(1) *Rend. della R. Acc. dei Lincei*, v. II, 1.° Semestre, pag. 333 (1893).
» » » v. II, 1.° » » 505 (1893).
» » » v. II, 2.° » » 7 (1893).
» » » v. II, 2.° » » 157 (1893).

(2) V. per esempio: Rubens: *Nature*, n. 1259, p. 167.
» Dufour: *C. R.*, t. CXVIII, n. 19.
» Zenhder: *Wied. Ann.*, 1894, n. 5, p. 34.
» Elster e Geitel: *Wied. Ann.*, 1894, n. 7, p. 450.
» Garbasso u. Aschkinass. *Naturwiss. Rundschau*, Jahrg. IX. Nr. 34.
(Quest'ultima citazione è stata aggiunta durante la correzione delle bozze.).

congiunge, ossia dal gas incandescente che si produce sino dall'inizio della scarica. Il dielettrico del condensatore altro non é che l'aria ambiente che circonda i due conduttori, e nel seno della quale si propagano a distanza le onde elettromagnetiche.

Per ottenere brevissimi periodi d'oscillazione occorreva dunque diminuire la capacitá e l'autoinduzione. In vista di ció i miei oscillatori constano semplicemente di due sfere metalliche poste abbastanza vicine l'una all'altra onde, una volta oppostamente caricate, possano scaricarsi con una breve scintilla.

Gli effetti che dá un oscillatore di tal genere, costituito con palline di pochi centimetri di diametro, sono assai deboli. Ma si accrescono enormemente ricorrendo ad un artificio dovuto a De la Rive e Sarasin (1), il quale consiste nel far scattare la scintilla che congiunge i due conduttori entro un liquido isolante. Ho appunto adottata questa disposizione, e cioé ho collocato un liquido isolante fra le due sfere; ma ho trovato assai preferibile l'olio di vasellina all'olio d'ulivo, adoperato dai due fisici ginevrini, specialmente rendendolo poco scorrevole col disciogliervi una sufficiente quantitá di vasellina.

L'efficacia del liquido mi sembra possa spiegarsi in questo modo. Onde si inizi la scarica fra i due conduttori, occorre che sia raggiunta una differenza di potenziale fra essi di gran lunga maggiore, allorché sono separati dal liquido isolante, che quando lo sono semplicemente dall'aria. Perció é assai maggiore la quantitá di elettricitá che si muove nella scarica oscillante.

Ma l'oscillatore a liquido presenta un altro incomparabile vantaggio. È noto infatti a quanti hanno ripetuto le esperienze di Hertz, che onde avere buoni risultati é indispensabile mantenere perfettamente terse le superfici metalliche fra le quali si produce la scintilla, ragione per cui occorre pulirle a brevissimi intervalli, per esempio con carta smerigliata. Cogli oscillatori ad olio di vasellina nessuna cura speciale é necessaria, giacché seguitano indefinitamente a produrre effetti perfettamente costanti, anche se dopo un lungo uso il liquido é divenuto nerissimo per carbonizzazione, ed un deposito nero si é formato sulle due palline.

3. **Modo d'eccitazione degli oscillatori.** Per eccitare gli oscillatori, Hertz e gli altri che si occuparono dopo delle stesse ricerche, ricorsero ad un rocchetto d'induzione. Soltanto Toepler (2) sostituí al rocchetto una macchina ad influenza.

(1) *C. R.* t. CXV, pag. 489 (1892).
(2) *Wied. Ann.* 1892, t. 46, pag. 306.

Dal canto mio ho preferito adoperare una grande macchina ad influenza a quattro dischi (sistema Holtz) e a conduttori diametrali, già adoperata e citata a proposito di tante altre mie ricerche, e con essa ho avuto effetti assai superiori a quelli che potevo ottenere coi medesimi apparecchi eccitati per mezzo d'un rocchetto di Ruhmkorff di gran modello.

Il mio modo d'impiegare la macchina d'Holtz diversifica da entrambi i metodi indicati da Toepler. Nel mio metodo la macchina deve privarsi dei suoi condensatori, poi devono congiungersi i suoi conduttori principali, per mezzo di fili di ràme o meglio di conduttori flessibili introdotti in tubi di gomma, con due sfere, poste in linea retta colle due costituenti l'oscillatore, ed una per parte. Mentre la macchina funziona si scorgono tre scintille, e cioè due nell'aria fra le palline comunicanti colla macchina e quelle costituenti l'oscillatore, ed una nel liquido isolante. Siccome la macchina fornisce un efflusso abbondantissimo di elettricità, le tre scintille si rinnovano con tal frequenza, che all'occhio sembrano quasi costituire un fenomeno luminoso continuo.

In generale la mia macchina è mantenuta in azione da un motore ad acqua di Scmidt d'un quarto di cavallo. Come si vedrà più innanzi, le scariche che avvengono lungo i fili di comunicazione e le due scintille nell'aria, non danno effetto sensibile sui risonatori. Esse servono solo a caricare le due sfere dell'oscillatore, le quali con rapida vicenda si scaricano in modo oscillatorio per mezzo della scintilla centrale.

4. **Disposizione pratica degli oscillatori.** I miei primi oscillatori (descritti nelle note citate più sopra) erano verticali, e cioè le quattro sfere metalliche avevano i centri sopra una stessa verticale. Le due sfere mediane, e cioè quelle che più propriamente costituiscono l'oscillatore, erano fissate con mastice nell'apertura minore di due vasi tronco-conici, ottenuti tagliando opportunamente degli imbuti di vetro. L'inferiore di questi vasi, o per meglio dire, lo spazio che il superiore, che in parte entrava nell'inferiore, lasciava libero in questo, veniva riempito col liquido isolante. Col giuoco d'una vite si poteva regolare la distanza fra le due palline centrali.

Questa posizione verticale dell'oscillatore ha però l'inconveniente di richiedere in certi casi apparecchi assai incomodi e complicati, per esempio nello studio della riflessione (vedi la 3.ª delle note citata). Era quindi desiderabile potere dare all'oscillatore qualunque direzione, e poterla facilmente mutare da un istante all'altro, precisamente come è utile che un polarizzatore possa girare intorno al proprio asse, onde il piano di polarizzazione della luce che da esso emerge assuma ogni voluta orientazione.

I nuovi oscillatori si prestano appunto per soddisfare a questa esigenza.

Le due sfere A, B dell' oscillatore (fig. 1) sono fissate nel centro di due grossi dischi di legno, di vetro, o meglio di ebanite CD, EF, formanti le due basi d' un recipiente cilindrico, le cui pareti laterali sono flessibili. Un foro praticato in uno dei dischi permette di riempire coll' olio di vasellina il recipiente e dà sfogo ai gas che svolge la scintilla, mentre una disposizione qualunque permette di regolare la distanza fra le due basi, e quindi quella fra le due sfere. È bene poi che la superficie interna dei due dischi sia convessa, onde il livello del liquido sia alquanto più alto del luogo ove si forma fra A e B la scintilla, anche quando i dischi sono orizzontali. La parete flessibile viene formata con membrana animale, oppure con carta pergamena, riunita in anello con colla, é primitivamente bagnata con acqua. È bene aggiungere a questa della glicerina onde la carta si conservi morbida. La gomma elastica non può servire perché l' olio di vasellina la gonfia enormemente.

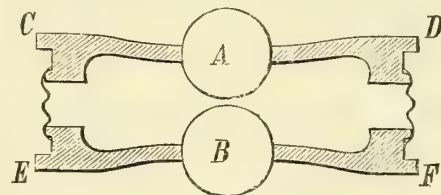



Fig. 1

Questa disposizione ha un piccolo inconveniente, che però non impedisce di adoperare con ottimi effetti il nuovo apparecchio, ed é che il liquido qualche volta trasuda dalla membrana, o in altro modo esce lentamente dal recipiente.

Nella fig. 2 sono rappresentate le parti essenziali dell' oscillatore, visto nella direzione del suo asse di figura e munito del suo riflettore cilindrico parabolico. Naturalmente l' asse dell' oscillatore O coincide colla linea focale dello specchio SS. Quest' ultimo, formato d' una lastra di rame, é rigidamente fissato, posteriormente ed all' altezza del centro dell' oscillatore, ad un asse d' ottone AB che può girare entro un foro praticato del dritto CC che regge l' intero apparecchio, insieme ad un indice BD ad esso congiunto, il quale scorre sopra un cerchio graduato EF fissato sul dritto CC. Con questa disposizione la radiazione che emana dallo specchio SS rimane sempre orizzontale, finché si lascia verticale il dritto CC, ma l' azimut delle vibrazioni può assumere qualunque valore, che viene poi determinato col cerchio graduato.

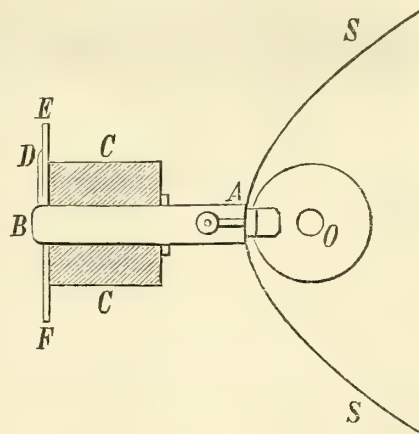



Fig. 2

Da principio cercavo di dare al riflettore una distanza focale eguale al quarto o ai tre quarti della lunghezza d' onda propria ai risonatori che

intendevo adoperare, e ció allo scopo che l'effetto delle onde partite direttamente dall'oscillatore si sommasse a quello delle onde riflesse dallo specchio. Ma il primo effetto scema cosí presto colla distanza, che il vantaggio che si ottiene é piccolo. Perció ho finito col modificare la distanza focale, quando ció tornava comodo per le dimensioni dei dischi dell'oscillatore.

Come si vede l'oscillatore disposto nel modo qui descritto puó adoperarsi alla guisa d'un nicol o altro simile polarizzatore.

Nella fig. 3 (*a*) vedesi l'oscillatore che piú di frequente ho adoperato specialmente per onde di circa 10,6 centimetri di lunghezza, che sono

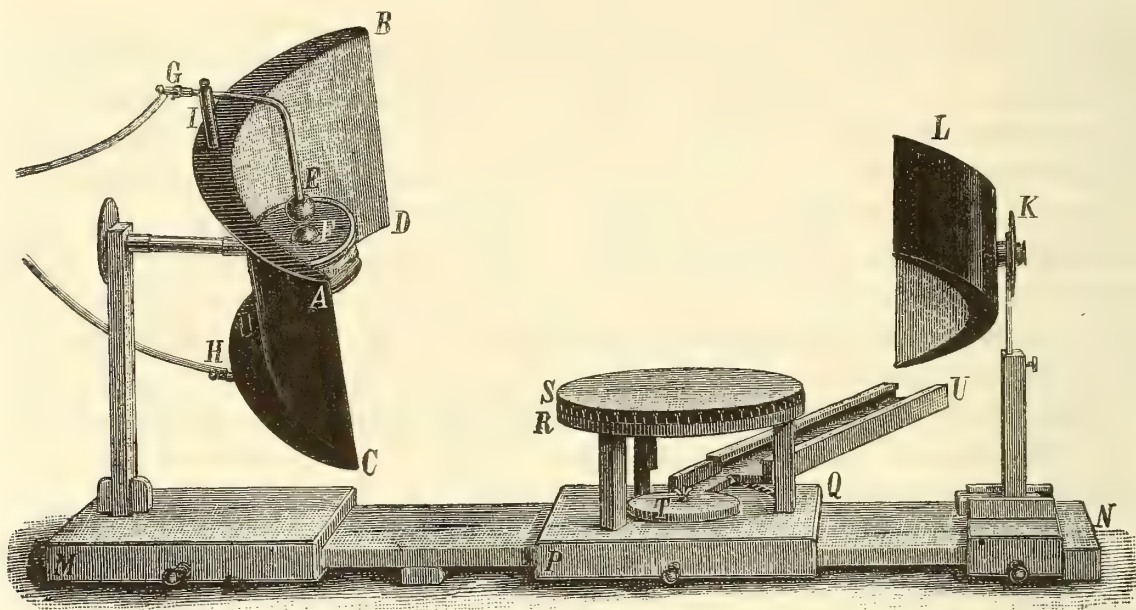



Fig. 3

praticamente le piú opportune nel maggior numero delle mie esperienze. Lo specchio ha in tal caso 8 cent. di distanza focale, 40 c. di altezza e 50 c. di apertura, ed i dischi, che portano le due sfere formanti l'oscillatore propriamente detto, sono d'ebanite, e hanno circa 15 c. di diametro. Pel modo nel quale l'apparecchio fu collocato nell'atto di farne la fotografia che ha servito di modello alla fig. 3, non é in questa visibile la disposizione che permette di regolare la distanza fra le due sfere dell'oscillatore; ma non é meno facile perció il descriverla. L'inferiore dei due

---

(*a*) Le altre parti della fig. 3, che qui non sono descritte, lo saranno piú oltre ai § 9 e 20 ; ma non faccio parola dei dettagli di forma, che possono rilevarsi osservando la figura e senza bisogno di spiegazione.

dischi d'ebanite é fissato invariabilmente sullo specchio o per meglio dire ad una costola robusta d'ottone che al di dietro dello specchio riunisce le due lastre grosse d'ottone *AB*, *CD* cui lo specchio é saldato. Il disco superiore é invece connesso ad un pezzo mobile fra due guide. Una apposita vite, che si trova al di dietro dello specchio, permette di eseguire il movimento progressivo del disco superiore, anche mentre l'apparecchio é in azione.

Nella fig. 3 vedesi in *E* una delle due sfere comunicanti, colla macchina elettrica, ed in *F* una delle due fissate nei dischi d'ebanite. Le prime sono unite a fili di rame terminanti in rerrafili *G*, *H*, che passano entro canne di vetro opportunamente incurvate e sorrette da due colonnette di ebanite, di cui una *I* é visibile nella figura. Queste possono fissarsi a varie altezze, onde con ció variare la distanza fra le sfere estreme e l'oscillatore propriamente detto.

Altri apparecchi di cui ho fatto uso hanno dettagli diversi di costruzione. Per esempio, il disco superiore, anziché ricevere un moto nella direzione dell'asse dell'oscillatore, si sposta secondo un arco di cerchio. La costruzione é allora assai semplice. Il disco superiore si prolunga in una leva, che passa al di dietro dello specchio per apposita apertura e che ha il suo fulcro presso lo specchio medesimo. Girando una vite posta all'estremitá della leva si accostano l'uno all'altro i due dischi, che una molla antagonista allontana di nuovo, allorché si gira la vite in senso opposto. Questa disposizione é opportuna per oscillatori ai quali si vuole a volontá applicare o togliere lo specchio parabolico.

Per un dato oscillatore l'effetto dipende grandemente dalla distanza che separa le due sfere, come pure da quelle che separano l'oscillatore dalle sfere comunicanti colla macchina. In altri termini l'effetto dipende dalla lunghezza delle tre scintille. Quella centrale deve essere sempre molto piú breve delle altre due, per esempio 0,08 c. quando queste sono di 2 c. È sempre facilissimo trovare le distanze migliori, osservando l'effetto prodotto in un risonatore.

5. **Dove si producano le oscillazioni.** In quanto precede ho ammesso che le oscillazioni elettriche, che propagate poi a distanza eccitano le oscillazioni d'un risonatore, si pruducano nel sistema conduttore costituito dalle due sfere separate dall'olio isolante, ma congiunte momentaneamente da una scintilla. Siccome intorno alla validitá di tale supposizione estremamente spontanea é stato messo fuori qualche dubbio, cosí prima di procedere oltre presenteró le ragioni per le quali tali dubbi mi sembrano destituiti di fondamento.

Intanto l'effetto ottenuto dipende dalla presenza del liquido. Senza di

questo un risonatore, che si eccitava a parecchi metri di distanza, non mostra più qualche rara scintilla che a pochi centimetri dall'oscillatore.

L'effetto dell'oscillatore dipende enormemente dalla distanza delle due sfere che lo costituiscono, ma assai meno dalla distanza fra esse e le due sfere comunicanti colla macchina. Ciò sarebbe difficile da spiegare se le oscillazioni utili non avessero la sede loro attribuita. Se le due sfere dell'oscillatore si toccano, cessa affatto l'azione sopra un risonatore, se anche è assai sensibile e vicino.

Infine, ho di recente riconosciuto che se le due sfere sono cave, l'efficacia dell'oscillatore è minore che quando sono piene, cosa questa che forse non era facilmente prevedibile. Per esempio con un oscillatore formato con sfere massiccie di quasi 4 c. di diametro, l'effetto sopra un risonatore cessava solo a circa 11 metri di distanza, mentre sul medesimo risonatore l'effetto spariva già a circa 6 m., allorché a quelle sfere se ne sostituivano due altre di egual diametro esterno ma cave, con spessore di parete di circa 0,15 c.. Due altre a parete assai più sottile davano un effetto anche più ridotto. Invece le sfere comunicanti colla macchina possono essere indifferentemente piene o cave, ed, entro certi limiti, aver un diametro più o meno grande, senza che mutino gli effetti che si ottengono dall'oscillatore. Anche il variare alquanto le dimensioni e la disposizione dei fili che vanno alla macchina elettrica non ha sensibile influenza.

Il Sig. Zehnder ha recentemente tentata una diversa spiegazione del modo d'agire del mio oscillatore (1). Egli, se non ho mal compreso il suo concetto, non si occupa di sapere se le scariche che si producono sieno o no oscillanti, e suppone che le due scintille nell'aria non sieno simultanee, ma si seguano a brevissimo intervallo. Ognuna di esse genererà una semplice onda nello spazio, e potrà darsi, egli dice, che si riesca a tentativi a far sì che l'ondulazione generata da una delle scintille cominci nell'istante in cui cessa quella generata dall'altra. Sarebbero allora due onde sole che si propagherebbero nello spazio, e non sarebbe possibile osservare interferenza che con differenze di cammino di $\frac{\lambda}{2}$ o di $3\frac{\lambda}{2}$. Il Sig. Zehnder propenderebbe a credere che in questo modo si potessero spiegare i risultati da me ottenuti. Però, anziché cercare una qualche conferma alla sua spiegazione, egli si limita a proporre due esperienze decisive. La 1.ª sarebbe l'esperienza d'interferenza di Boltzmann; la 2.ª consisterebbe nel collocare le due sfere comunicanti colla macchina, non più sull'asse dell'oscillatore ma lateralmente, in modo che le due scintille nell'aria rie-

(1) *Wied. Ann.* 1891, n. 5, p. 34.

scano quasi parallele e quasi ad angolo retto coll' asse medesimo. Secondo le idee del Sig. Zehnder eseguendo la 1.ª esperienza non dovrebbero osservarsi interferenze corrispondenti a più di $3 \frac{\lambda}{2}$ di differenza di cammino, ed eseguendo la 2.ª dovrebbe sparire ogni azione per parte dell'oscillatore.

Quest'ultima esperienza non è praticamente facile a realizzarsi ma la prima, e cioè quella di Boltzmann è facilissima e l'ho eseguita molte volte e in varie occasioni. Or bene, ho potuto sempre osservare interferenze corrispondenti a differenze di cammino assai maggiori di $3 \frac{\lambda}{2}$ fra i due raggi di forza elettrica interferenti, e non dubito che egual risultato avrebbe ottenuto il Sig. Zehnder, se si fosse dato la pena di fare l' esperienza mentre aveva montato un oscillatore del tipo da me descritto.

Mi pare quindi che non sia a dubitare affatto che le oscillazioni elettriche fornite dagli oscillatori nelle mie esperienze, provengano da scariche oscillanti generate nel sistema delle due sfere separate dal liquido isolante.

6. **I risonatori.** I risonatori originari di Hertz erano di due specie: o un circuito metallico quasi chiuso, o un conduttore rettilineo diviso a mezzo, nel punto d' interruzione dei quali si mostravano delle scintille allorché delle oscillazioni elettriche si generavano in essi. I risonatori dei quali si è fatto uso dopo sono sostanzialmente i medesimi, ma i vari sperimentatori hanno escogitati diversi artifici onde renderli più sensibili o renderne l' azione più visibile a distanza. Questi artifici sono svariatissimi. Infatti o si è cercato di rendere più luminose o più voluminose le piccole scariche del risonatore, mediante un tubo a gas rarefatto con o senza elettrodi ausiliari comunicanti con una sorgente d' elettricità, oppure si è cercato d' avere un segno visibile dell' esistenza delle oscillazioni elettriche nel risonatore, ricorrendo a coppie termoelettriche, al bolometro, alla dilatazione del risonatore, all' elettroscopio o al galvanometro riuniti ad una pila, alla rana galvanica ecc., e da alcuni altri si è ricorso ad azioni meccaniche prodotte dalle cariche alternative delle estremità del risonatore o dalle oscillazioni stesse che in esso si formano, od anche alla combinazione di gas esplosivi, agli effetti fotoelettrici ecc. Tutti questi mezzi sono utili per la dimostrazione dei fenomeni di Hertz nei corsi, ma per la maggior parte risultano poco comodi per le ricerche di gabinetto.

Nei miei risonatori mi sono quindi attenuto al metodo originale di Hertz, cioè alla scintilla; ma ho cercato di renderla più brillante facendola produrre alla superficie del vetro.

Si sa da molto tempo, benché la ragione non ne sia ancor bene chiarita, che a parità di differenza di potenziale si ottengono scintille assai più

lunghe allorchè esse si generano alla superficie d' un corpo isolante o semiconduttore piuttosto che nell' aria libera. Così per esempio, mentre colla mia macchina ad influenza ottengo al massimo scintille di circa 30 c. di lunghezza nell' aria libera, e soltanto di 12 c. allorchè colla stessa macchina carico il mio grande condensatore di 108 grandi bottiglie di Leyda, ottengo facilmente da questo condensatore delle scintille lunghe quasi tre metri alla superficie dell' acqua. È noto d' altra parte con quanta facilità si ottengano lunghissime scintille allorchè un condensatore si scarica spontaneamente lungo il vetro da un' armatura all' altra. Qualche cosa di simile accade nei miei risonatori.

Ciascuno di essi è costituito da una striscia di vetro argentata in parte della sua lunghezza. L' argento costituisce il risonatore, e la parte di vetro nudo serve come manico o sostegno. L' interruzione per la scintilla è poi ottenuta togliendo l' argento a metà lunghezza secondo un tratto trasversale assai stretto nel quale il vetro è messo a nudo.

La sensibilità di tali risonatori cresce al diminuire della larghezza del taglio. Se questo vien fatto con un diamante da incisore, in modo che risulti di appena due millesimi di millimetro di larghezza, la sensibilità del risonatore diviene veramente straordinaria. Per risonatori grandi, ad esempio per quelli che rispondono ad onde di 20 o più cent., la sensibilità è il più delle volte sufficiente anche se il taglio viene fatto con una riga ed un temperino (*a*).

Naturalmente la lunghezza d' onda delle oscillazioni proprie di un risonatore dipende dalle sue dimensioni, e più oltre indicherò quelle dei risonatori dei quali ho principalmente fatto uso.

Ho costruito anche dei risonatori circolari levando parte dell' argento da una lastra da specchio, in modo da lasciarvi solo un anello chiuso. Col diamante si fa poi un taglio radiale. Però ho adoperato specialmente i risonatori rettilinei, ai quali può applicarsi uno specchio parabolico. Per quelli più piccoli ho sempre osservato le scintille con un oculare.

Secondo alcuni (1) in un risonatore rettilineo in azione ciascuna delle sue due metà si comporterebbe in modo simile ad un tubo sonoro aperto alle due estremità, che dia il suo suono fondamentale, i ventri di questo corrispondendo ai punti del conduttore nei quali si producono le massime

(*a*) Per mostrare a molte persone le scintille che si producono nei risonatori grandi (quelli pei quali $\lambda = 20$ c.) è vantaggioso praticare non uno solo, ma molti tagli finissimi nell' argento, per mezzo del diamante, distribuiti in tutta la lunghezza del risonatore. Questo si comporta allora come un quadro scintillante, giacchè in tutte le interruzioni dell' argento si producono le brillanti scintillette verdi.

(1) Toepler, *Wied. Ann.* t. 46, p. 306, 464.

variazioni di potenziale, e nei quali non si ha corrente, ed il nodo centrale al punto del conduttore nel quale il potenziale non varia, e la corrente alternativa ha la massima intensità. Le scintille che si osservano nell' interruzione sarebbero dovute a ciò, che mentre l' estremità d' uno dei due conduttori assume un potenziale positivo, l' estremità attigua dell' altro assume un potenziale negativo e viceversa. Dal modo nel quale si comportano i miei risonatori sono indotto invece ad ammettere, che l' intero risonatore in azione si comporti come un tubo sonoro aperto. Secondo me, la scintilla congiunge le due metà conduttrici del risonatore in un unico conduttore, nel quale si producono oscillazioni elettriche analoghe alle oscillazioni dell' aria nel tubo sonoro. Le due estremità del risonatore sono dei ventri, ed il punto di mezzo della scintilla è un nodo, vale a dire che alle due estremità del risonatore si hanno le massime variazioni periodiche del potenziale e corrente nulla, mentre in corrispondenza alla scintilla si ha potenziale nullo e massima corrente ondulatoria.

In appoggio di questa mia opinione citerò i due fatti seguenti: 1.° Un filo metallico sottile, lungo presso a poco come un risonatore, agisce come tale, e lo si riconosce dalle onde *secondarie* (vedi Cap. VII) che esso produce, e che possono agire sopra un risonatore ordinario. 2.° Se lungo un risonatore in azione, disposto parallelamente all' oscillatore che lo eccita, si fa scorrere una delle estremità di un secondo risonatore (che può essere più corto) tenuto perpendicolarmente al primo, e quindi sottratto all' azione dell' oscillatore, si vedono nel secondo vive scintille, quando è di fronte ad una delle estremità del primo, ma queste scintille scemano grado a grado sino a sparire, allorchè il secondo risonatore arriva a metà della lunghezza del primo.

Quando si espone un risonatore nuovo alle radiazioni dell' oscillatore, tenendolo da questo dapprima a grandissima distanza e poi accostandolo poco a poco, ad un certo istante compaiono le scintille, e siccome si seguono con grandissima rapidità e cambiano di posto lungo il taglio fatto dal diamante nell' argento, così sembra di vederne simultaneamente un gran numero allineate. È proprio come una fila di stellette verdi brillantissime. A poco a poco però si fanno più rade e più grandi e poi cessano affatto. Bisogna allora accostare assai più il risonatore all' oscillatore onde vederle riapparire, e così di seguito. La sensibilità d' un risonatore scema dunque assai presto. Guardandolo ad intervalli col microscopio, il taglio fatto col diamante, che prima dell' uso era strettissimo e ad orli rettilinei regolarissimi, si mostra dopo di più in più largo e con profonde intaccature irregolari. La diminuzione progressiva della sensibilità si deve dunque al consumarsi dell' argento. In una serie di esperienze occorre perciò cambiare spesso il risonatore adoperato in uno nuovo, e necessita quindi es-

sere sempre provvisti di qualche decina di risonatori pronti. Ciò non è un grave inconveniente, vista la facilità con cui se ne può preparare in poco tempo un numero assai grande.

Qualche volta succede che un risonatore nuovo non dà scintille neppure a moderata distanza dall' oscillatore. Se allora lo si avvicina moltissimo, toccando anche con esso, se occorre, uno dei conduttori della macchina, le scintille ad un tratto compariscono. Bisogna allora prontamente allontanarlo onde non consumarlo inutilmente, giacchè dopo questa prima eccitazione esso è divenuto sensibile in modo normale. Sembra che questo curioso comportamento di un risonatore abbia luogo, allorchè il taglio del diamante non fu perfetto, ma lasciò qualche esilissima comunicazione fra le due metà dell' argento. Delle intense oscillazioni elettriche finiranno allora per riscaldare e disaggregare l' esile filamento, dopo di che il risonatore è restituito alle condizioni normali.

Ho pure osservato che un risonatore che si allontani poco a poco dall' oscillatore, seguita a scintillare anche a tal distanza, alla quale messo dapprima non mostrava alcun effetto. Parmi che ciò sia dovuto al calore sviluppato dalle sue scintille. Un analogo fenomeno si osserva quando in altro modo si espone il risonatore ad una radiazione elettrica d' intensità decrescente.

7. **Dettagli di costruzione dei risonatori.** Le lastre argentate da me adoperate furono sempre o specchi del commercio, o lastre di vetro argentate col comune metodo di Martin. In generale gli specchi sono preferibili, mentre le lastre argentate da me le trovai migliori per i risonatori piccolissimi (quelli per onde lunghe circa due centimetri e mezzo).

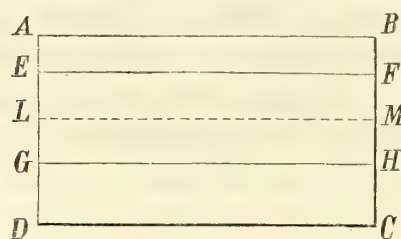
Preso un specchio $ABCD$ (fig. 4), si comincia col mettere a nudo il vetro per mezzo d' uno scalpello da legnaiuolo guidato da una riga, in guisa tale che resti intatta solo la porzione rettangolare $EFHG$, la cui larghezza $EG = FH$ deve essere eguale alla lunghezza che devono avere i risonatori. Ciò fatto, se si adopera uno specchio del commercio, occorre togliere la vernice rossa o bruna che ricopre l' argento, se non in tutto, almeno presso la retta LM parallela ad EF e GH ed equidistante da queste due rette. A seconda della composizione della vernice si raggiungerà lo scopo lavando la lastra con etere solforico alla temperatura ordinaria, oppure con alcool assoluto o essenza di trementina bollente, aiutando il distacco della vernice, ove occorra, con un poco di cotone.

A B E F L M G H D C

Fig. 4

Si passa allora alla parte delicata dell' operazione, e cioè la divisione dell' argento in due secondo il tratto LM. La lastra si deve far scorrere orizzontalmente fra due guide, sotto la punta del diamante, del quale si sarà prima scelta bene la posizione e regolata la pressione da esso esercitata sulla lastra, in modo che esso lasci nell' argento un taglio ben retto e deciso e della larghezza voluta. In generale il diamante, fissato ad uno dei bracci d' una leva orizzontale, deve esercitare, appena col proprio peso, una pressione lievissima sull' argento. Della bontà del taglio si giudica col microscopio.

Fatto il taglio dell' argento non resta più che tagliare il vetro in striscie parallele ai lati AD, BC e della dovuta larghezza, onde avere un buon numero di risonatori pronti all' uso. Per fare rapidamente e con regolarità i tagli della lastra, adopero il carretto d' un tornio. Sulla parte fissa di esso è adattata una tavoletta di legno orizzontale, sulla quale si fissa con punte cortissime la lastra da tagliare, mentre sul carretto mobile è fissata una riga di ferro lungo la quale si fa scorrere il diamante da tagliare. Questa riga è parallela alla lastra di vetro ed ai lati AD, BC di essa, e gli è vicinissima senza toccarla. Girando la vite annessa, la riga si sposta parallelamente a sè stessa. Nel caso mio questa vite ha il passo di 4 mm. Perciò quando voglio fare risonatori larghi, per esempio, due millimetri (tale è la larghezza dei risonatori dei quali più spesso ho fatto uso) faccio fare mezzo giro alla vite fra un taglio di diamante ed il successivo.

Lo spessore del vetro argentato non deve essere troppo grande, se no è difficile separare i risonatori. Se questi sono larghi due millimetri, possono adoperarsi bene i piccoli specchi argentati del commercio; ma pei risonatori larghi un millimetro o meno, bisogna ricorrere a lastre di vetro di un millimetro o meno di spessore.

Quando si ha pronto quanto occorre, la descritta serie di operazioni si eseguisce in poco tempo. Per esempio in poco più d' un' ora riesco a preparare due centinaia dei risonatori, che più comunemente adopero, cioè quelli pei quali $\lambda = 10{,}6$ c.

8. **Dimensioni degli oscillatori e dei risonatori.** Al principio delle mie ricerche lo scopo unico che avevo in vista era quello d' ottenere onde assai brevi. Perciò cominciai col preparare oscillatori di più in più piccoli e per ognuno di essi cercai a tentativi quali dimensioni dovevo dare ai relativi risonatori, onde mostrassero la loro scintilla stando il più lontano possibile dall' oscillatore. I detti tentativi erano condotti in questo modo. Da un' unica lastra di vetro argentata di gran dimensione, preparata col segno di diamante come ho spiegato nel precedente paragrafo, tagliavo tanti risonatori che separavo in molti gruppi di lunghezze e spesso anche

di larghezze diverse. Presentavo uno a uno quei risonatori all'oscillatore in azione partendo da assai lontano, e notavo la posizione nella quale cominciava a scintillare. Potevo vedere così quali erano quelli che si mostravano più sensibili.

Per poter riconoscere delle differenze abbastanza grandi fra i vari risonatori, occorreva che per dimensioni differissero assai gli uni dagli altri, e perciò avessero periodi proprii d'oscillazione assai differenti. È noto infatti che un medesimo oscillatore può eccitare risonatori di lunghezze d'onde assai differenti, ciò che in oggi generalmente viene attribuito alla rapida diminuzione d'intensità, ossia al rapido smorzamento, delle oscillazioni nell'oscillatore. Ne consegue che una volta costruito un oscillatore si ha molta latitudine nella scelta dei risonatori corrispondenti.

Nelle citate note diedi le dimensioni degli apparecchi allora adoperati, valevoli per lunghezze d'onda da 20 c. a 7,5 c. (1).

In seguito però sono stato condotto ad invertire la mia linea di condotta, e cioè a cercare quali dimensioni più opportune dovevo dare all'oscillatore, onde un dato risonatore mostrasse le scintille più vive o si illuminasse alla maggior distanza.

Potrebbesi credere forse che questo modo d'operare conducesse a risultati simili a quelli dati dal primo metodo, ma così non è.

Supponiamo infatti che con un oscillatore formato con sfere di 1,36 c. di diametro si sia trovato che fra risonatori di dimensioni svariatissime rispondono meglio quelli corrispondenti a $\lambda = 10{,}6$ c.. Se allora si espongono questi risonatori all'azione di oscillatori formati con palline più grosse, per esempio di 3 o 4 c. di diametro, essi si mostrano assai più sensibili che di fronte all'oscillatore primitivo. Naturalmente un risonatore corrispondente ad un maggior valore di λ, per esempio $\lambda = 20$ c. sarebbe anche più sensibile all'oscillatore più grosso.

Si vede dunque che si ha vantaggio a far uso per un dato risonatore di un oscillatore più grande di quello pel quale il risonatore stesso possiede le più adatte dimensioni, ciò che certamente proviene dalla maggior quantità d'elettricità messa in moto nelle scariche oscillanti dell'oscillatore più grande.

---

(1) Per errore di copiatura nella 2.ª delle citate note preventive si sono attribuite ai risonatori per $\lambda = 7{,}5$ c. le dimensioni che spettano invece ai risonatori la cui lunghezza d'onda è $\lambda = 10{,}6$ c. M'accorsi dell'errore leggendo nel giornale *Nature* (n. 1259, december 14, 1893, p. 167) un cenno intorno ad esperienze eseguite coi miei apparecchi dal Sig. Rubens davanti la Società Fisica di Berlino. In quel giornale si diceva che in quelle esperienze la lunghezza d'onda era di circa 10 c., il che è naturale, ammesso che lo sperimentatore abbia fedelmente adottate le dimensioni da me indicate.

Sono stato così indotto ad aumentare alquanto le dimensioni degli oscillatori, ed ho finito coll' adottare i valori seguenti, espressi in centimetri:

DENOMINAZIONE DEGLI APPARECCHI	LUNGHEZZA DEL RISONATORE	LARGHEZZA DEL RISONATORE	LUNGHEZZA D'ONDA	DIAMETRO DELLE SFERE DELL' OSCILLATORE
I	0, 9	0, 1	2, 6	0, 8
II	4	0, 2	10, 6	3, 75
III	10	0, 6	20	8

Naturalmente non conviene eccedere troppo nelle dimensioni dell' oscillatore. Per esempio i risonatori piccolissimi ($\lambda = 2{,}6$) si eccitano assai meno coll' oscillatore formato con sfere di 3,75 che non coll' oscillatore costituito da palline di 0,8 di diametro.

Gli apparecchi più grandi (apparecchi I) sono opportuni per mostrare le esperienze fondamentali a più persone, come pure per certe ricerche, come quelle di diffrazione. Gli apparecchi II ($\lambda = 10{,}6$) sono quelli che più convengono nelle ricerche di laboratorio. Gli apparecchi III, che sono i più piccoli, sono utili solo in casi speciali.

I numeri seguenti serviranno a dare idea della straordinaria sensibilità che possedono i miei apparecchi.

Coi risonatori I eccitati dall' oscillatore II, l' effetto é ancora ben visibile allorché i due apparecchi, entrambi muniti del loro specchio parabolico, sono alla distanza di 25 metri l' uno dall' altro, cioé ad una distanza di ben 125 volte la lunghezza d' onda. Non mi é stato possibile esaminare sino a che distanza gli stessi risonatori I si eccitano sotto l' azione dell' oscillattore I; ma credo non esagerare affermando che si abbia l' effetto distanza più che doppia.

Cogli apparecchi II la distanza massima alla quale si manifestano ancora le scintille é di più di 20 metri, cioé circa 190 lunghezze d' onda.

Infine cogli apparecchi III l' effetto si osserva sino a circa 80 c., cioé a circa 31 lunghezze d' onda; ma potrebbero certo migliorarsi assai, in caso di bisogno, aumentando un poco le dimensioni dei riflettori o costruendoli con maggior cura, e sopratutto dando ai risonatori minor larghezza e lunghezza un poco maggiore.

Naturalmente, sopprimendo il riflettore parabolico annesso al risonatore la detta distanza massima diminuisce, e più ancora se si sopprime anche lo specchio dell' oscillatore. Così per esempio si ha effetto ben distinto senza gli specchi e cogli apparati I soltanto fino alla distanza di tre o quattro metri fra oscillatore e risonatore.

9. **Montatura dei risonatori.** Nel maggior numero dei casi è vantaggioso munire il risonatore di uno specchio cilindrico parabolico. Tale disposizione vedesi in L (fig. 3) come pure nella fig. 5, che rappresenta una sezione dell' apparato fatta perpendicolarmente al risonatore. Il risonatore si fissa in A per mezzo di due elastici contro ad una riga d'ebanite lunga quanto lo specchio e di cui BC è la sezione. Questa riga si può fissare al suo posto o togliersi facilmente onde cambiare, quando occorre, il risonatore. In corrispondenza al suo mezzo, e quindi anche al punto di mezzo del risonatore, si adatta ad essa un cilindretto cavo di ebanite, che giunge sino alla superficie dello specchio SS e viene a costituire, insieme al tubo d'ottone FG che sostiene lo specchio, una specie di camera buia, entro la quale si osservano le scintille del risonatore, per mezzo d'una lente convergente H, attraverso un piccolo foro I appositamente praticato nello specchio. Il tubo poi è girevole nel sostegno LM, ed è munito d' un indice N che si muove sulla graduazione d'un disco d'ottone OP, allorché s' inclina comunque il risonatore insieme al suo specchio.

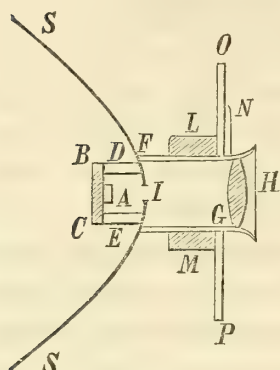



Fig. 5

Nella fig. 3 vedesi il riflettore L del risonatore, ed il cerchio graduato K, indicato con OP nella fig. 5. Il riflettore L della fig. 3, che è quello che serve per $\lambda = 10{,}6$, è alto 21 c. con 25 c. di larghezza fra i suoi orli rettilinei, mentre la sua distanza focale è circa 2,6 c. (un quarto di onda).

Il risonatore, così montato, si adopera come un analizzatore ottico, e, a seconda della natura della ricerca, può fornire le indicazioni seguenti:

a) *Determinazione dell'azimut delle oscillazioni che giungono al risonatore.* Se, per la natura della ricerca che si sta facendo, l'orientazione delle oscillazioni che giungono al risonatore è incognita, ed occorre determinarla, non si ha a far altro che girare il risonatore intorno al proprio asse orizzontale, sinché le scintille che in esso si osservano acquistino il massimo splendore e la massima frequenza. Sarà meglio però allontanare angolarmente nei due sensi il risonatore dalla orientazione nella quale le scintille sono massime, sinché si spengano o stieno per spegnersi, ed assumere come orientazione cercata quella che è in mezzo alle due così determinate. Od ancora, allontanare angolarmente nei due sensi il risonatore dalla orientazione ove per quanto sensibile non dà scintille (che è ad angolo retto colla orientazione cercata) sinché appaiano appena le scintille. La orientazione perpendicolare a quella che sta in mezzo alle due così determinate sarà quella che si cerca.

b) Misura dell' intensità della radiazione. Se è noto l' azimut delle oscillazioni che giungono al risonatore, si potrà con questo misurarne approssimativamente la relativa ampiezza in varie circostanze e quindi la intensità relativa. Il bisogno di questa misura si presenta, per esempio, nello studio della diminuzione d' intensità che si ottiene ponendo certi corpi sul cammino delle radiazioni. Se le vibrazioni sono verticali, si inclinerà il risonatore a partire dalla verticale, facendo girare il tubo FG (fig. 5), finchè le scintille si spengano, od almeno si riducano piccolissime e rare. Si ripeterà l' operazione dopo aver posto il corpo che si studia sul cammino delle radiazioni, e cioè si farà girare ancora, a partire dalla verticale, il risonatore, sinchè le scintille si spengano, o si riducano deboli e rare in egual grado che la prima volta. Il rapporto dei coseni dei due angoli così determinati sarà eguale al rapporto delle *ampiezze* delle oscillazioni che nei due casi giungono al risonatore.

c) Determinazione della direzione d'un raggio di forza elettrica. Nelle esperienze sulla deviazione operata da un prisma occorre determinare la direzione delle radiazioni emergenti, come si vedrà più oltre. Si fa girare allora il risonatore insieme ad un braccio mobile che lo regge, finchè le scintille divengano massime. Onde non sciupare troppo presto il risonatore, lo si potrà disporre, non già parallelo alla direzione delle vibrazioni emergenti, ma più o meno inclinato, onde, agendo su di esso soltanto una componente della vibrazione, esso non dia che deboli scintille solo nella posizione del massimo, cioè nella posizione cercata.

d) Uso del risonatore nel caso in cui le vibrazioni sieno elittiche o circolari. Dirò più oltre come sia giunto a produrre per la prima volta oscillazioni di tal specie. Se si hanno vibrazioni circolari, si riconoscerà che sono tali dal fatto che le scintille nel risonatore conservano uno splendore invariato comunque si faccia girare il risonatore stesso intorno al proprio asse. Se il risonatore dà scintille in tutti gli azimut, ma queste sono d' intensità variabile, presentando un massimo per un certo azimut ed un minimo per un secondo azimut perpendicolare al primo, ciò indicherà che le vibrazioni sono elittiche. I due azimut determinati in tal modo saranno quelli degli assi della vibrazione elittica.

È chiaro che se l' elisse è assai allungata ed il risonatore non abbastanza sensibile, non si vedrà scintilla nè nell' orientazione dell' asse minore nè nelle sue vicinanze, ed allora resterà dubbioso se la vibrazione sia elittica o rettilinea. Però, siccome la diminuzione nelle scintille, che si ottiene girando il risonatore a partire dall' azimut corrispondente al massimo, è più lento nel caso di una vibrazione elittica che in quello di una rettilinea,

così, una volta che si sia acquistata una certa pratica, si può riescire a comprendere con qual forma si ha a che fare.

Se invece l'elisse è poco differente da una circonferenza, la variazione delle scintille, prodotta colla rotazione del risonatore intorno al proprio asse, è assai poco sensibile, e può facilmente passare inosservata. In questo caso è bene attenuare in un modo qualunque, per esempio allontanando assai il risonatore, l'azione che questo subisce, ed allora osservare se si arriva ad ottenere la cessazione delle scintille per una certa orientazione. Qualora ciò accada, quell'orientazione indicherà la direzione dell'asse minore dell'elisse.

10. **Risonatore senza lo specchio parabolico.** Per alcune ricerche, come ad esempio parte di quelle relative all'interferenza ed alla diffrazione, non si può adoperare un risonatore munito di specchio parabolico. È però comodo anche in tal caso che il risonatore sia girevole intorno ad un asse parallelo al cammino delle radiazioni. L'apparecchio resterà quale lo mostra la fig. 5, meno il riflettore parabolico *SS*.

Però, a parità di altre condizioni, le scintille nel risonatore saranno allora assai indebolite, come è naturale.

Ma si possono invigorire alquanto ponendo al posto del riflettore *SS* una semplice striscia di rame, parallela al risonatore, larga per esempio 1 c. (per gli apparecchi di $\lambda = 10{,}6$) e lunga 15 o 20 c., e con un foro nel mezzo onde non impedisca di vedere ancora la scintilla attraverso la lente *H*. La distanza fra la striscia di rame ed il risonatore sarà eguale a circa il quarto della lunghezza d'onda.

La striscia di rame, quantunque tanto stretta, produce il fenomeno della riflessione, ciò che dà luogo ad un aumento nell'intensità delle oscillazioni del risonatore, data la posizione che esso occupa. Ma oltre a ciò accade un altro fenomeno, del quale si tratterà dettagliatamente più oltre. Dirò per ora soltanto che le oscillazioni elettriche eccitate nel risonatore generano per conto loro delle onde *secondarie*, le quali si propagano all'intorno. Queste onde secondarie, riflesse dalla striscia di rame, arrivano di nuovo sul risonatore con fase appropriata onde aumentare le oscillazioni che in esso già esistono. Ad ogni modo la sensibilità del risonatore rimane assai minore di quando è circondato dal suo solito specchio. Per alcune esperienze ho adottato una disposizione in certo modo intermedia. Ho cioè munito il risonatore di una lastra cilindrica larga pochi centimetri (circa 6 c.) che ha press'a poco la forma della parte centrale del riflettore cilindrico *L* della fig. 3. Quand'anche non sieno piane le onde che giungono su questo stretto specchio concavo, esso le concentra a sufficiente prossimità del risonatore, perchè questo dia scintille assai vive.

11. Osservazioni finali sugli apparecchi. Nel corso d'una ricerca non si ha quasi mai ad occuparsi degli oscillatori, purchè le distanze delle palline restino fisse. Ai risonatori invece converrà rivolgere continua attenzione, onde rinnovarli spesso, particolarmente allorquando si abbiano a fare esperienze di confronto. Pei risonatori tagliati da una stessa lastra non esiste differenza percettibile di sensibilità, e quindi si possono in generale liberamente sostituire gli uni agli altri.

Quando si deve giudicare della eguaglianza o meno delle scintille viste in due casi diversi, s'incontra in principio una certa difficoltà per il fatto che in generale si nota qualche variabilità od intermittenza nelle medesime, specialmente allorchè sono debolissime. Ma si acquista presto una certa pratica che permette di formarsi un giudizio sicuro sulla intensità dell'effetto, nel quale giudizio entrano come elementi, non solo la vivacità delle scintille, ma anche la loro maggiore o minore frequenza. Per cui succede che, quantunque gli apparecchi qui descritti sieno più che altro atti a ricerche qualitative, pure, adoperati da chi ne abbia molta pratica, possono fornire, colle misure angolari, anche risultati quantitativi d'una precisione maggiore di quella che si potrebbe a priori supporre.

Dei molti apparati accessori adoperati nel corso delle mie ricerche, darò la descrizione mano a mano che se ne mostrerà il bisogno.

PARTE II.

Esperienze.

CAPITOLO I.

Esperienze di Hertz. Frangie d'interferenza.

12. **Esperienze di Hertz.** Naturalmente risulta facilissimo il ripetere, cogli apparecchi descritti nella Parte I, l'esperienza classica dell'interferenza fra le onde dirette e quelle riflesse normalmente sopra una lastra metallica. Il riflettore avrà dimensioni che saranno in relazione colla lunghezza d'onda adoperata. Così pel caso degli apparecchi più piccoli ($\lambda = 2{,}6$ c.) una lastra grande come la mano è quanto occorre; anzi il fenomeno si ottiene in modo evidentissimo adoperando come riflettore una semplice moneta da 10 centesimi. La distanza massima alla quale potrà collocarsi il riflettore dall'oscillatore (che si supporrà sempre munito di specchio parabolico quando non si avverta il contrario) sarà di mezzo metro o poco più.

Cogli apparecchi più grandi questa distanza può essere di parecchi metri ed il riflettore potrà essere una lastra lunga e larga qualche decimetro. In ogni caso vedesi il risonatore (in questo caso tenuto a mano e senza alcun accessorio) scintillare vivamente allorché è a circa $\frac{\lambda}{4}$ di distanza dal riflettore, spegnersi completamente a $\frac{\lambda}{2}$, scintillare da capo alla distanza di $3\frac{\lambda}{4}$ ecc.

La determinazione di λ è però un poco mal sicura. Val meglio assai ricorrere al metodo descritto più oltre (vedi § 15.).

Le altre principali esperienze di Hertz, come rifrazione in un prisma, effetti di polarizzazione prodotti da reticoli di fili paralleli, riflessione per parte dei medesimi ecc., si ripetono pure colla massima facilità, e con apparecchi accessori di dimensioni assai ridotte. Per esempio per la rifrazione, il prisma potrà non essere più grande di quelli che si adoperano in ottica, se si fa uso degli apparecchi III appropriati alle onde di 2,6 c. di lunghezza.

13. **Esperienza degli specchi di Fresnel.** Boltzmann realizzó per primo una esperienza analoga a quella degli specchi di Fresnel (1). Non avendo questo autore pubblicato alcun dettaglio circa la sua esperienza, non si puó sapere se sia giunto ad osservare molte frangie d' interferenza, distribuite le une presso le altre, per una data posizione degli specchi. V'é anzi motivo di supporre che ció non gli sia stato possibile, per la grande lunghezza d'onda adoperata.

Fra l' esperienza di Fresnel e quella analoga prodotta colle ondulazioni elettriche corre infatti una differenza grandissima dal punto di vista pratico. Quando si opera colle onde luminose si deve cercare di ottenere delle frangie d' interferenza le cui distanze reciproche sieno molto maggiori della lunghezza d'onda, senza di che queste frangie non si potrebbero discernere. Di qui la necessitá di fare poco minore di 180° l'angolo dei due specchi, e di osservare le frangie a grande distanza dagli specchi medesimi.

Nell'analoga esperienza elettromagnetica, non solo non si presenta la necessitá di frangie assai lontane, ma anzi é da procurare che le loro distanze reciproche superino di poco la mezza lunghezza d'onda, senza di che non vi sará posto che per poche di esse nel campo comune ai due fasci di radiazioni riflessi dagli specchi. L'angolo di questi dovrá dunque essere alquanto minore di 180°, e il risonatore si collocherá successivamente in vari luoghi della regione prossima agli specchi. Sará evidentemente vantaggioso adoperare piccole lunghezze d'onda.

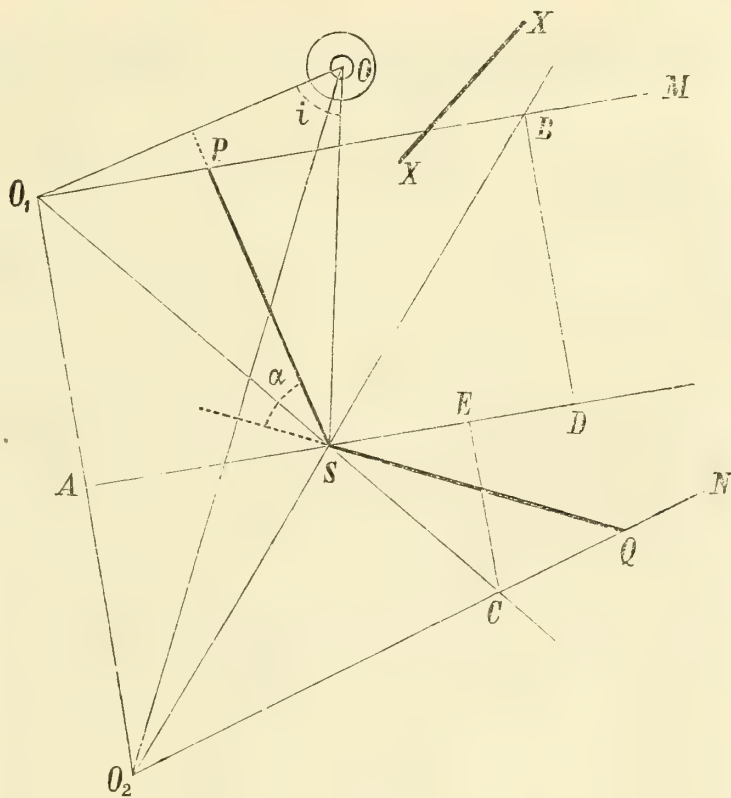



Fig. 6

Ho realizzato l' esperienza colle onde lunghe 10,6 c.

In O (fig. 6) é collocato l'oscillatore II. Esso é quello costituito da sfere di 3,75 c., privo del riflettore parabolico e ad asse verticale. SP ed SQ

(1) *Wied. Ann.* XL, p. 399 (1890).

sono due lastre metalliche verticali, di forma quadrata e di 40 c. di lato. Se O_1 ed O_2 sono le immagini di O fornite dai due specchi, i due fasci interferenti, astrazion fatta dalla diffrazione, sono MO_1S ed SO_2N, e la regione ad essi comune è $MBSCN$ (a). Il fenomeno è simmetrico rispetto al piano verticale passante per SA essendo A il punto di mezzo di O_1O_2. Se lo specchio SQ fosse stato più largo di SP in modo che il punto C cadesse sulla perpendicolare BD abbassata da B sopra AS, allora anche il campo comune ai due fasci interferenti sarebbe stato simmetrico rispetto al detto piano.

Se si chiamano: α l'angolo di PS col prolungamento di QS, i l'angolo d'incidenza di OS sullo specchio PS, $i' = i - \alpha$ quello di OS rispetto allo specchio SQ, a la distanza OS fra la sorgente delle radiazioni O e lo spigolo comune degli specchi, b e b' le larghezze SP ed SQ di questi, con facili considerazioni geometriche si trova:

$$SB = \frac{ab \cos i}{a \operatorname{sen} 2\alpha - b \cos(2\alpha - i)}, \quad SC = \frac{ab' \cos i'}{a \operatorname{sen} 2\alpha - b' \cos(2\alpha + i')};$$

e siccome gli angoli BSD e CSD sono eguali ad α, si potranno trovare anche i valori di BD, SD, CE, SE. Siccome poi si ha ancora

$$O_2B = a + SB, \quad O_1B = SB \frac{\operatorname{sen} 2\alpha \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \operatorname{sen} i}}{b \cos i},$$

così si potrà trovare la differenza di cammino che corrisponde al punto B. Per conseguenza è possibile calcolare a priori la posizione e la forma del campo comune ai due fasci, ed il numero massimo delle frangie visibili, e così disporre le cose in modo che entro questo campo comune si formino interferenze numerose.

Nel caso della mia esperienza si aveva $OS = 50$ c., $i = 65°$, $\alpha = 50°$, $SD = 33$ c., $BD = 39{,}3$, e l' angolo $PSD = 105°$. Spostando da D a B un risonatore verticale (di quelli per $\lambda = 10{,}6$) tenuto semplicemente nella mano, lo si vedeva brillare vivamente in D, poi spegnersi a qualche distanza, brillare di nuovo più oltre, poi spegnersi nuovamente ecc. Contando anche il massimo in D, si vedevano così nell' intervallo DB quattro massimi, nei quali il risonatore brillava fortemente, intercalati da tre minimi, nei quali il risonatore rimaneva oscuro. Se non fosse a temersi l' influenza re-

(a) Nel caso speciale della figura parte di questo campo comune, e precisamente CSQ, non è accessibile, e ciò per essere $\alpha > 90 - i$. Gli angoli α ed i sono definiti più oltre.

ciproca dei risonatori, mettendone in fila un gran numero nel tratto *DB* si vedrebbero simultaneamente i massimi ed i minimi, cioè delle vere frangie d' interferenza rese visibili dai risonatori.

Una lastra metallica *XX* opportunamente collocata, sottraeva il risonatore all' azione diretta dell' oscillatore.

La fig. 6 rappresenta la disposizione vera dell' esperienza alla scala di $\frac{1}{10}$. Come si vede lo specchio *SQ* limita assai il campo comune ai due fasci riflessi giàcchè O_1 cade al di sopra di *SQ*. Ne consegue che le radiazioni riflesse da *SP* possono riflettersi nuovamente su *SQ*. Ma esse allora non passano su *BD*, e quindi non disturbano affatto l' esperienza.

Variando le dimensioni degli specchi, il loro angolo e la posizione dell' oscillatore, variano naturalmente di numero, posizione e reciproca distanza le frangie d' interferenze. Ma anche colle onde lunghe 10,6 c. è difficile osservare più di tre o quattro frangie d' interferenza da ogni parte del piano di simmetria.

Naturalmente, siccome nel caso della mia esperienza lo specchio *SQ* era (come nella figura) largo quanto *SP* e non di più, le frangie visibili al di qua del piano di simmetria *AD* erano in numero minore.

14. **Altra forma dell' esperienza d' interferenza con due specchi.** Se i due specchi dell' esperienza di Fresnel si riducono ad essere nello stesso piano, il campo comune ai due fasci riflessi si annulla. Ma se questi fasci si ricevono sopra uno specchio concavo che li concentri sopra un risonatore, potranno osservarsi in questo dei massimi e dei minimi d' intensità, spostando uno degli specchi parallelamente a sè stesso. Questa disposizione, se non presenta l' interesse speciale di imitare fedelmente un fenomeno ottico (salvo che non la si consideri analoga all' apparecchio interferenziale di Fizeau), si presta però, meglio forse d'ogni altra, a fornire buone misure di lunghezze d'onda. Essa fu suggerita da Boltzmann a Klemencic e Czermak (1) e messa in pratica anche da Zehnder (2). Sia *O* (fig. 7) l' oscillatore munito del suo specchio parabolico *S*, *AB*, *BC* i due specchi piani. Le radiazioni si riflettono secondo *AD*, *BE*, *CF* verso lo specchio S' del risonatore *R*. Se uno degli specchi viene portato per esempio in B_1 C_1 il fascio riflesso da questo specchio arriverà in *R* con fase diversa da quella del fascio riflesso da *AB*, e se la differenza di cammino fra i due fasci diventerà eguale ad un multiplo dispari di $\frac{\lambda}{2}$, il risonatore *R* cesserà di scintillare.

---

(1) *Wien Sitz. Ber.* CI abth. *a*), pag. 935.
(2) *Wied. Ann.* 1893, XLIX, p. 549.

I citati esperimentatori, applicando questa disposizione alla misura delle lunghezze d'onda, non si sono preoccupati di due circostanze che possono alterare i risultati ottenuti.

La prima si é che, non é possibile rendere piccolo, al di sotto d'un certo limite, l'angolo d'incidenza sui due specchi, in causa del posto che necessariamente occupano i riflettori parabolici dell'oscillatore e del risonatore. Perció é utile tener conto, ció che non fu fatto sin qui, dell'angolo d'incidenza, per calcolare la differenza di cammino dei due fasci che interferiscono.

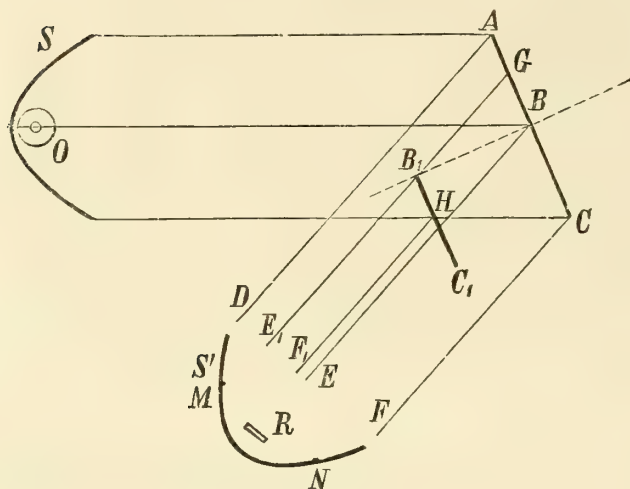



Fig 7

Se si indica con s lo spostamento dato ad uno degli specchi, in direzione perpendicolare al suo piano, e con i l'angolo d'incidenza, é facile vedere che la differenza di cammino Δ fra i due fasci interferenti é data da

$$\Delta = 2s \cos i \, .$$

L'angolo i si potrá calcolare, per esempio in base alla misura dei tre lati del triangolo OBR, il cui angolo in B vale $2i$.

La seconda circostanza degna di rimarco è la seguente. In causa dello spostamento d'uno degli specchi, il fascio riflesso complessivo, che prima era $ACDF$, diventa più ristretto giacché solo le porzioni AG, B_1H dei due specchi sono ora efficaci. Ció non produce inconveniente di sorta se, come nella figura, lo specchio concavo S' del risonatore é abbastanza ampio da contenere, tanto prima che dopo lo spostamento di BC, l'intero fascio riflesso, e se, ció che più difficilmente si potrá ammettere, lo stesso riflettore é di forma perfetta. Ma in pratica accadrá che, onde attenuare la diffrazione, gli specchi piani saranno alquanto larghi, ed il riflettore del risonatore avrá una larghezza MN minore di quella del fascio da essi riflesso. In tal caso, se prima di muovere BC, il riflettore MN riceveva due fasci riflessi eguali, dopo lo spostamento esso riceverá assai più del fascio riflesso da BC che di quello riflesso da AB. Invece di osservare delle complete estinzioni del risonatore R, non si avranno che dei minimi di scintilla, i quali tenderanno a sparire.

È stato per togliere questa causa d'incertezza che ho modificata la di-

sposizione di Boltzmann. Nella mia disposizione sperimentale i due specchi AB, BC (fig. 8) ricevono normalmente le radiazioni riflesse dallo specchio parabolico S dell'oscillatore O. Queste radiazioni prima di giungere ad essi hanno dovuto traversare una lastra di solfo DE (grossa quattro o cinque centimetri) inclinata a 45°, e dopo la riflessione sui due specchi piani le radiazioni stesse incontrano di nuovo la lastra dielettrica, che in parte le riflette verso il risonatore R. Benché vi siano naturalmente delle notevoli perdite d'intensità dovute alla presenza della lastra di solfo, la quale non trasmette e non riflette che in parte le radiazioni, pure l'effetto sul risonatore è abbastanza forte perché si possano fare delle buone misure.

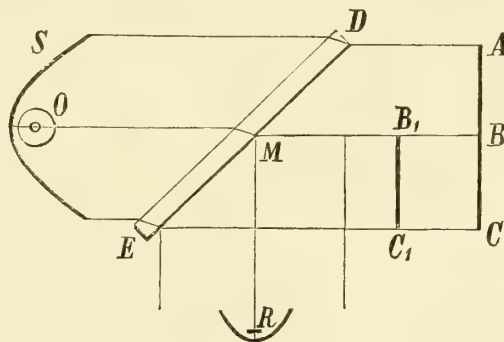



Fig. 8

Spostando uno degli specchi, per esempio BC, sino in B_1C_1, le scintille spariscono affatto dal risonatore se BB_1 è un multiplo dispari di $\frac{\lambda}{4}$, giacché la differenza di cammino fra i due fasci che si concentrano sul risonatore è evidentemente eguale a $2 \cdot BB_1$.

Cogli apparecchi II ho potuto osservare parecchi massimi e minimi alternativi spostando BC verso M. I primi quattro minimi sono nettissimi; il quinto lo è meno, e meno ancora il sesto. Il settimo poi è incerto.

Ciò dimostra che ogni scarica oscillante delle due sfere dell'oscillatore ha una durata tale da contenere almeno sei oscillazioni complete col periodo proprio al risonatore (vedi § 5).

15. **Misura della lunghezza d'onda, e degli indici di rifrazione.** Sia colla disposizione della fig. 8 che con quella della fig. 7 (tenuto conto in tal caso dell'incidenza i colla formola $\Delta = 2s \cos i$), ho misurato le lunghezze d'onda proprie dei miei risonatori. Ripetendo più volte le misure, si trovano differenze fra i valori numerici alquanto minori di quelle che si verificano misurando la lunghezza d'onda nel modo ordinario.

Ponendo una lastra dielettrica a faccie parallele sopra uno dei due specchi piani, e spostando l'altro specchio, si può valutare lo spessore d'aria che corrisponde a quello della lastra, e trovare così l'indice di rifrazione di questa. Anche qui ho constatato che ripetendo le misure con una stessa lastra si hanno numeri meno differenti fra loro, che non quelli ottenuti facendo più volte la misura dell'indice per mezzo di un prisma. Per cui questo metodo d'interferenza è bene adottarlo anche per le misure d'indici.

Può nascere qualche incertezza nella misura, in quanto che uno spostamento ulteriore eguale a $\frac{\lambda}{2}$ dello specchio mobile non altera le condizioni teoriche d' interferenza dei due fasci che giungono al risonatore; ma in pratica si può forse riescire a riconoscere se le due vie percorse dai fasci interferenti si equivalgono, dalla maggior vivacità che hanno allora le scintille nel risonatore, e d' altra parte ogni incertezza sparisce se si è fatta in precedenza qualche grossolana determinazione dell' indice di rifrazione per mezzo del prisma.

Ho adoperato appunto il metodo d' interferenza qui descritto per misurare l' indice di rifrazione della paraffina e dello zolfo. Per compensare l' effetto d' una lastra di paraffina grossa 4,2 c. posta sopra uno degli specchi, bisognava allontanare l' altro di 1,8 c. Ne consegue che 4,2 c. di paraffina equivalgono a $4{,}2 + 1{,}8 = 6$ c. di aria. La lunghezza d'onda λ_1 nella paraffina sarà dunque $\lambda_1 = \frac{4{,}2}{6}\lambda$, essendo λ quella dell'aria, e l'indice di rifrazione $\frac{\lambda}{\lambda_1} = n = \frac{4{,}2}{6} = 1{,}43$. Analogamente trovai per lo zolfo $n = 1{,}87$ (1).

16. **Interferenza con un solo specchio.** L' esperienza di Hertz, colla quale ottiene nodi e ventri fissi, risponde a questo titolo, ed è l' analoga dell' esperienza ottica del Wiener. L' esperienza che qui descrivo è invece l' analoga di quella colla quale Fresnel ottenne le frangie d' interferenza, facendo riflettere parte delle radiazioni emanate da una sorgente luminosa lineare sopra uno specchio ad essa parallelo e sotto grandissima incidenza, e facendo interferire questa luce riflessa colla luce proveniente direttamente dalla stessa sorgente. L' esperienza di Hertz è un caso particolare di quella qui descritta, e precisamente è il caso in cui l' incidenza è nulla.

In O (fig. 9) è collocato l' oscillatore II senza specchio parabolico, ed in SS' una lastra di rame verticale la cui lunghezza è 306 c. e l' altezza 44 c. Il risonatore verticale R, anch' esso privato del riflettore parabolico, ma munito della striscia di rame rinforzatrice (§ 10), può spostarsi lungo una retta BR perpendicolare allo specchio, e riceve tanto le radiazioni che arrivano direttamente da O, quanto quelle riflesse da SS', e virtualmente provenienti da un punto O' simmetrico ad O rispetto ad SS'.

Se si misurano, la distanza $OA = a$ fra lo specchio e l' oscillatore, la

(1) La media dei valori trovati da Schrauf (*Wien. Ak. Ber.* 41, p. 769) per l' indice di rifrazione dello zolfo rispetto alla riga B di Fraunhöfer è 2,06. Il valore qui trovato è minore, come era a prevedersi.

distanza $AB = b$ fra questo e la retta BR, e la distanza $BR = c$ fra il risonatore e lo specchio, la differenza di cammino Δ delle onde che interferiscono in R sarà data da

$$\Delta = \sqrt{b^2 + (a + c)^2} - \sqrt{b^2 + (c - a)^2},$$

da cui

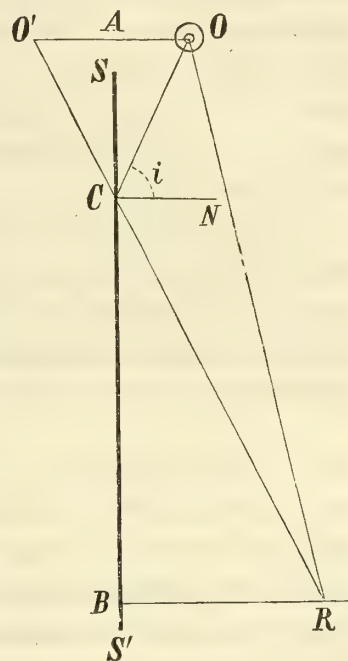
$$c = \frac{\Delta}{2} \sqrt{\frac{4a^2 + 4b^2 - \Delta^2}{4a^2 - \Delta^2}}.$$

Si potranno dunque calcolare le posizioni del risonatore che corrispondono a differenze di cammino Δ eguali a 0, $\frac{\lambda}{2}$, λ, $\frac{3\lambda}{2}$ ecc., essendo nel caso attuale $\lambda = 10,6$ c.

Come nella esperienza ottica di Fresnel, si trovano i minimi nei punti pei quali Δ é eguale ad un numero intero di lunghezze d'onda, ed i massimi nei punti pei quali Δ vale un numero dispari di semionde. Anche per le onde elettriche si verifica dunque una variazione di fase di mezz' onda nella riflessione, ció che del resto risulta anche dalla esperienza di Hertz. In altri termini le frangie di interferenza, il cui mezzo é in B, sono frangie a centro nero. Presso B diffatti il risonatore non dá scintille, mentre dá un primo massimo di effetto in un punto la cui differenza delle distanze da O ed O' é di mezz' onda.

Fig. 9

Nell'esperienza da me effettuata i luoghi di massimo e di minimo si trovarono sensibilmente alle distanze calcolate. Cosí per esempio, con $a = 42,4$ c. $b = 300$ c., si aveva il primo massimo per $c = 19$ c. circa, il secondo minimo per $c = 38$ c. ecc.

Nell' esperienza ottica di Fresnel l' angolo d' incidenza delle radiazioni sullo specchio é necessariamente poco minore di 90°, e quindi certamente maggiore della incidenza principale. Perció l' esperienza stessa dá sempre lo stesso risultato, sia che si adoperi luce naturale, sia che si adoperi luce polarizzata in un azimut qualunque. Se fosse possibile vedere ancora distinte le frangie d' interferenza con un angolo d' incidenza minore dell' incidenza di polarizzazione, il fenomeno cambierebbe. Si dovrebbero infatti ottenere in tal caso delle frangie a centro nero con luce polarizzata nel piano d' incidenza, e frangie complementari alle precedenti e cioé a centro luminoso, con luce polarizzata perpendicolarmente al piano d' incidenza.

Questa esperienza si puó peró effettuare colle radiazioni elettriche, e si trova precisamente il risultato previsto.

Basta perció disporre orizzontalmente tanto l' oscillatore O che il risonatore R. Si trova allora che in vicinanza di B il risonatore dà vivaci scintille, presenta un minimo ad una certa distanza dallo specchio, poi un secondo massimo più lungi ecc. Press' a poco (ma non esattamente come si vedrà) i massimi e minimi del caso attuale occupano rispettivamente il luogo dei minimi e dei massimi che si osservarono con oscillazioni verticali.

Per le dimensioni degli apparecchi, e le distanze relativamente piccole alle quali essi devono porsi onde avere effetti visibili, succede diffatti che l' angolo d' incidenza i delle radiazioni riflesse che giungono al risonatore, é quasi sempre minore dell' incidenza principale. Infatti i si può calcolare con

$$\operatorname{tang} i = \frac{b}{a + c},$$

e cosí si puó verificare, che salvo in qualche caso per punti vicinissimi a B, l' angolo i é sempre minore di 81°, che é il valore approssimativo trovato più avanti per l' incidenza principale relativamente al rame.

È necessario rimarcare bene l' opposizione di effetti che si hanno presso B secondo che le vibrazioni dell' oscillatore sono verticali o orizzontali. Nel primo caso presso B le vibrazioni si estinguono, e nel secondo si sommano. Si vedrà più oltre come questo fenomeno d' interferenza puó trarre in inganno allorché si studia la riflessione delle onde elettriche sui metalli.

Anche una esperienza singolare, descritta da Hagenbach e Zehnder (1), e che sembra costituire una obbiezione alla teoria di Maxwell, puó essere ora spiegata. Secondo quella esperienza, una lastra metallica posta fra oscillatore e risonatore, muniti dei loro specchi parabolici ed affacciati, estingue le scintille nel risonatore, non solo quando é posta perpendicolarmente alle radiazioni, ma anche se é collocata in direzione parallela in pari tempo alle radiazioni ed all' oscillatore. Questa estinzione evidentemente ha luogo in causa della interferenza, fra le radiazioni che direttamente colpiscono il risonatore, e quelle che lo raggiungono dopo essersi riflesse sulla lamina metallica. Può sembrare a prima giunta che questa riflessione non debba prodursi essendo le radiazioni parallele alla lastra; ma esse non possono considerarsi come rigorosamente tali, sia per

---

(1) *Wied. Ann.* t. XLIII, p. 610.

la diffrazione, sia per la non perfetta forma parabolica dello specchio annesso all' oscillatore.

Si prevede poi che nell' esperienza di Hagenbach e Zehnder il risultato sarebbe differente, se la lastra metallica, pur rimanendo parallela alle radiazioni, venisse collocata perpendicolarmente all' oscillatore. Infatti in tal caso le radiazioni riflesse si sommerebbero a quelle dirette, ed il risonatore mostrerebbe vive scintille.

Col valore numerico adottato per b, e cioè $b = 300$ c., occorre far uso di risonatori estremamente sensibili, onde l' esperienza sia possibile. Ma basta munire l' oscillatore del suo riflettore parabolico, onde avere effetti notevolissimi anche con risonatori mediocri. Sia per imperfezioni inevitabili nella forma del riflettore parabolico, sia sopratutto per la diffrazione, accade che le radiazioni emesse non costituiscono esattamente un fascio parallelo e perciò esse possono in parte riflettersi benissimo sulla lastra SS', e dopo riflesse raggiungere il risonatore.

Si è detto che i massimi ed i minimi osservati con oscillazioni orizzontali non occupano esattamente i luoghi dei minimi e dei massimi osservati con oscillazioni verticali. La ragione si è che a seconda del punto della retta BR occupato dal risonatore R, il valore di i è differente, e differente perciò è pure il ritardo prodotto dalla riflessione sulle vibrazioni parallele al piano d'incidenza. Questo ritardo infatti cresce da 0 a $\frac{\lambda}{2}$ allorché i cresce da 0° a 90°, passando pel valore $\frac{\lambda}{4}$ allorché i è eguale sensibilmente all' incidenza principale.

L' aversi rilevato sperimentalmente questa non coincidenza, è dunque una riprova dell' essere diversa, alle varie incidenze, la differenza di fase che per riflessione si stabilisce fra le vibrazioni parallele e perpendicolari al piano d' incidenza.

17. **Esperienza del biprisma.** Per realizzare, colle vibrazioni elettriche, un' esperienza analoga a quella ottica del biprisma, s' incontrano difficoltà simili a quelle rammentate nel caso degli specchi di Fresnel. Senza riportare le formole ed i calcoli che mi hanno guidato anche in questo caso, descriverò il biprisma che ho costruito, e l'esperienza con esso realizzata.

Il biprisma è un blocco prismatico di solfo, ottenuto per fusione in uno stampo scomponibile di legno, avente la forma di prisma a base triangolare ABC (vedi la fig. 10 che rappresenta la disposizione della mia esperienza alla scala di $^1/_{20}$). Il lato maggiore AB del triangolo ABC, che è isoscele, è lungo 70 c., mentre gli angoli A e B valgono 27°. L'altezza CD risulta quindi di circa 13,83 c. Il biprisma è alto 27 c.

Il fascio di radiazioni che sul biprisma manda l'oscillatore (apparecchi II) munito del suo specchio parabolico, si rifrange attraverso al biprisma, dividendosi in due fasci *FCBE*, *GACH*, che hanno in comune la regione *ICLM*, la cui base ha naturalmente la forma di rombo. Le semidiagonali *NL*, *NC* del rombo sono lunghe rispettivamente 12,1 c., 20,1 c. circa, prendendo $n = 1{,}87$ come indice di rifrazione dello zolfo per le radiazioni elettriche.

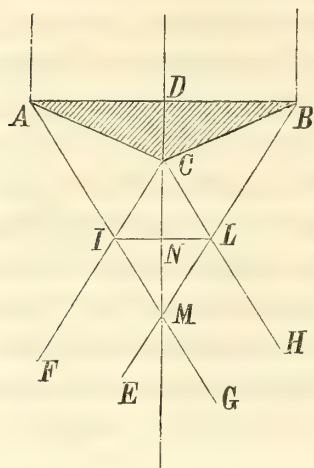



Fig. 10

È nei vari punti di *IL*, e cioè sopra una retta che dista circa 12 c. da *C*, che si collocherà sucessivamente il risonatore (senza riflettore parabolico) per rendere palesi le frangie d' interferenza. In *N* deve osservarsi, e si osserva diffatti facendo l' esperienza, un massimo di effetto; ad una certa distanza, da una parte e dall' altra di *N*, il risonatore si spegne. Più lungi ancora da *N* si ha un nuovo massimo.

Se mentre il risonatore è nella posizione del minimo, cioè ove esso resta privo di scintille, si copre ad intervalli, mediante una lastra metallica, o la metà *AD* o la metà *BD* della faccia grande del biprisma, le scintille ricompaiono ogni volta che la lastra intercetta uno dei fasci interferenti. Questa esperienza riesce oltremodo persuasiva, almeno stando al giudizio di tutti quelli ai quali l' ho mostrata.

CAPITOLO II.

Interferenza colle lamine sottili.

18. **Esperienze anteriori.** Fenomeni analoghi a quelli ottici delle lamine sottili, non furono prodotti finora in modo netto e deciso colle ondulazioni elettriche. Soltanto Trouton (1) osservò che, mentre una lamina di paraffina di due centimetri di spessore non rifletteva sensibilmente le radiazioni elettriche (la cui lunghezza d' onda era di 66 c.), una grossa 13 c. dava una riflessione notevole. Secondo questo Autore, assumendo 1,51 come indice di rifrazione della sua paraffina, per la lamina grossa 13 c. la radiazione riflessa internamente sulla seconda faccia della lamina su-

(1) *Nature*, t. XL, p. 398 (1889).

biva, sotto l' incidenza di 55° alla quale operava, un ritardo di mezza onda, rispetto alla radiazione riflessa sulla prima, per cui tenuto conto della variazione di fase di mezz' onda che si produce in una delle riflessioni, si stabiliva un perfetto accordo di fase fra le due radiazioni riflesse.

Invece, nel caso della lamina di 2 c. doveva aversi una parziale interferenza, e prodursi così un fenomeno analogo a quello ben noto della macchia nera al centro degli anelli di Newton.

Ammesso tutto ciò era da credersi che una lamina grossa 26 c. non avrebbe data riflessione sensibile, ma invece la riflessione ebbe luogo.

Il Trouton pensò allora che il valore 1,51 dell' indice, che altro non era che la radice del valore ammesso per la costante dielettrica di questa sostanza, non fosse esatto, e cercò determinarlo direttamente, arrivando così ad un altro valore, e cioè 1,8. Lamine di paraffina di spessore calcolato in base a questo nuovo indice di rifrazione non diedero però gli effetti che se ne attendevano.

Non mi consta che da altri si siano finora realizzati i fenomeni delle lamine sottili colle radiazioni di Hertz. Coi miei apparecchi i fenomeni stessi riescono benissimo, rimanendo anche in questo caso confermata la più completa analogia fra i fenomeni ottici e quelli provocati dalle onde elettromagnetiche.

19. **Spessore delle lamine.** Ho costruito lamine di paraffina e lamine di solfo, di spessore tale, che sotto un angolo d' incidenza di 45° esse producessero una differenza di cammino di $\frac{\lambda}{2}$ o di λ fra i raggi riflessi dalle loro due faccie. Questa differenza di cammino Δ si calcola colla formola:

$$\Delta = 2a \sqrt{n^2 - \text{sen}^2\, i},$$

ove a è lo spessore della lamina, n il suo indice di rifrazione, ed i l' angolo d' incidenza scelto, nel mio caso 45°.

Siccome adoperai gli apparecchi II, pei quali si ha $\lambda = 10{,}6$ c., così calcolai i valori di a che davano $\Delta = 5{,}3$ c. e $\Delta = 10{,}6$., assumendo per indici di rifrazione della paraffina e dello zolfo i valori 1,43 ed 1,87 determinati direttamente (§ 15 e § 35).

Le lamine capaci di generare una differenza di cammino di mezz' onda riescirono grosse circa 2,1 c. quella di paraffina e 1,5 c. quella di solfo.

Le lamine capaci di produrre una differenza di cammino eguale a λ, ebbero naturalmente doppio spessore, e cioè circa 4,2 c. quella di paraffina

e 3 c. quella di solfo. Chiamerò ordinatamente P_1, S_1, P_2, S_2 le quattro lamine, le quali sono rettangolari, lunghe 50 c. e larghe 25 c.

La differenza di cammino fra il raggio trasmesso direttamente da una lamina e quello che ne esce dopo due riflessioni interne, ha lo stesso valore Δ. E siccome nelle esperienze ottiche, in causa del cambiamento di segno ammesso da Young quando la riflessione ha luogo sopra la superficie d'un corpo più rifrangente di quello nel quale si muove il raggio incidente, i massimi e minimi d'intensità della luce riflessa hanno luogo insieme ai minimi ed ai massimi della luce trasmessa, così le lamine P_1, S_1 dovranno dare massima riflessione e minima trasmissione, mentre le lamine P_2, S_2 dovranno dare riflessione nulla e trasmissione massima. Le esperienze seguenti confermano pienamente le previsioni.

20. **Esperienze d'interferenza colle lamine sottili.** Per queste esperienze, come pure per quelle destinate allo studio della riflessione e della rifrazione che saranno descritte più oltre, torna comodo far uso del sostegno che si vede nella fig. 3 fra l'oscillatore ed il risonatore. Esso é formato da una tavoletta PQ che si può fissare sul banco MN, e dalla quale sorgono tre colonnette che reggono un disco di legno R, sul quale ne é collocato un secondo S mobile a piacere intorno all'asse di figura comune ai due dischi. Il contorno del disco superiore S é graduato, e per tal modo si può inclinare d'un angolo noto il corpo collocato sul disco S (che nel caso attuale sarà una delle lamine di paraffina o di solfo) sulla direzione delle radiazioni che emanano dall'oscillatore. Infine, un lungo braccio TU, mobile intorno ad un asse verticale che é sul prolungamento di quello del disco S, porta il risonatore. Questo braccio può girare, a partire da una direzione parallela alle radiazioni sino ad una perpendicolare. Una graduazione da 0° a 90° tracciata sulla tavoletta PQ fa conoscere la sua inclinazione.

Per l'esperienza attuale il braccio mobile TU è messo in corrispondenza allo 0^0 quando si vuol ricevere la radiazione trasmessa dalla lamina, ed al 90° quando si vuol ricevere nel risonatore la radiazione riflessa. La lamina é collocata verticalmente sul disco S, col suo lato maggiore orizzontale, e col suo piano a 45° colle radiazioni incidenti.

a) *Lamine sottili per riflessione.* La radiazione riflessa dalle lamine P_1 ed S_1 è assai intensa, mentre le lamine P_2 ed S_2 non provocano che piccolissime scintille nel risonatore quando questo sia estremamente sensibile. Lamine di paraffina o di solfo assai più sottili di P_1 ed S_1 non danno quasi affatto riflessione; ciò corrisponde al fenomeno ottico della macchia nera. Però ho riconosciuto che una lastra di cristallo da specchio di 6 o

7 millimetri di spessore produce una riflessione assai notevole, e così pure una lastra di vetro grossa meno di 0,2 c., ciò che si collega certamente alle altre singolarità presentate da questo corpo (vedi § 34 e 40).

Infine, se mentre è in posto una delle lamine P_2 od S_2 si colloca dietro ad essa o la lamina P_1 o la S_1, si ha l'effetto stesso che darebbe una lamina intera di spessore eguale alla somma dei due spessori. Una tal lamina, grossa 6,3 c. nel caso della paraffina, e 4,5 c. nel caso dello zolfo, riflette abbondantemente le radiazioni, come fa la lastra P_1 o la S_1 da sola. Nel caso della lamina $P_1 + P_2$ oppure $S_1 + S_2$ lo spessore complessivo è tale che il ritardo del raggio riflesso sulla seconda superficie, rispetto a quello riflesso sulla prima, è d'una onda e mezza. Si vede così che, tenuto conto del cambiamento di segno alla prima riflessione, i due raggi riflessi hanno fase concordante.

Una particolarità interessante risulta da questa esperienza, ed è che se mentre la lamina S_2, per esempio, è in posto, si colloca dietro ad essa la S_1 e la si accosta poco a poco, le scintille nel risonatore compaiono assai prima che le due lamine arrivino a toccarsi, ed aumentano via via d'intensità mano a mano che si diminuisce la distanza fra le due lastre. Quando sono abbastanza vicine si comportano quindi come formassero una lastra unica continua.

Un'osservazione analoga si farà più oltre (§ 37) a proposito delle esperienze coi prismi a riflessione totale.

b) *Lamine sottili per trasmissione.* Ricevendo nel risonatore la radiazione trasmessa, si verifica pure un perfetto parallelismo col fenomeno ottico corrispondente. Infatti colle lamine P_1, S_1 si hanno nel risonatore scintille assai più deboli, che colle P_2, S_2. Anzi l'intensità della radiazione ricevuta dal risonatore, misurata col metodo *b*) del § 9, cioè misurando l'angolo del quale deve farsi girare il risonatore intorno al proprio asse di rotazione onde spegnere le sue scintille, resta sensibilmente la stessa sopprimendo la lamina P_2 od S_2.

Colla lamina P_1 o S_1 l'intensità della radiazione che giunge al risonatore è invece sensibilmente minore di quello che è sopprimendo la lastra, e ciò specialmente nel caso della lastra di solfo.

Nel caso del corrispondente fenomeno ottico, l'ampiezza della radiazione trasmessa è ridotta, da una lamina di indice n e di spessore tale da produrre il ritardo $\frac{\lambda}{2}$, nel rapporto da 1 a $\frac{2n}{1+n^2}$. Per la paraffina la riduzione d'intensità sarebbe da 1 a 0,94 e per lo zolfo da 1 a 0,83. Questo numero concorda abbastanza con quello che si deduce dalle esperienze. Trovai infatti che per estinguere la scintilla nel risonatore senza lastra

interposta, occorreva una rotazione di 40°, mentre bastava una di 27° allorché era collocata al suo posto la lastra S_1. Il rapporto $\frac{\cos 40°}{\cos 27°}$, che è quello delle ampiezze nei due casi, vale 0,85 numero poco differente dal valore teorico 0,83.

c) *Lamina sottile fra mezzi diversi.* È noto che quando una lamina sottile è compresa fra due mezzi trasparenti tali che uno abbia l'indice minore e l'altro maggiore di quello della lamina, il fenomeno ottico è invertito. Si osservano, per esempio, anelli di riflessione a centro bianco anziché anelli a centro nero. Una lamina di paraffina posta fra aria e solfo deve dare, e dà diffatti, fenomeni inversi a quelli che dà quando è circondata dall'aria.

Così, se mentre si riceve nel risonatore la radiazione riflessa dalla lastra P_1, si colloca dietro di essa una lastra di solfo, le scintille nel risonatore, che prima erano vivaci, scemano grandemente o spariscono.

Invece, se dopo aver constatato la minima o nulla riflessione che produce la lamina P_2 si colloca al di dietro di essa una lastra di solfo, subito si veggono apparire scintille assai vive nel risonatore.

Si possono fare altre esperienze colle lamine sottili, le quali riescono sempre conformemente alla previsione basata sull'analogia ottica, ma quelle qui descritte mi sembrano sufficienti.

CAPITOLO III.

Fenomeni di diffrazione.

21. **Disposizione generale delle esperienze.** Nella 2.ª delle Note citate ho già pubblicato un cenno di esperienze, le quali mostrano la produzione di fenomeni analoghi ai principali fenomeni di diffrazione. In quelle prime esperienze adoperai apparecchi con lunghezza d'onda di circa 20 c.; ma ho riconosciuto dopo che le esperienze stesse riescono anche meglio con lunghezze d'onda minori. Perciò mi limiterò a render conto di una serie di esperienze eseguite cogli apparecchi II.

È nota la spiegazione elementare che si dà dei fenomeni di diffrazione ricorrendo alla così detta graduazione dell'onda. Nelle mie esperienze ho cercato appunto di realizzare la divisione d'un' onda in elementi, onde

operare diversamente su questi a norma della esperienza da eseguire. La forma dell' oscillatore e del risonatore suggerisce naturalmente di considerare il caso d' un' onda cilindrica, caso che è in pari tempo il più semplice possibile. Ho quindi cominciato col preparare un tracciato grafico rappresentante una sezione trasversale dell' onda cilindrica, e su questo tracciato ho poi collocati, diversamente nei vari casi, i necessari diaframmi.

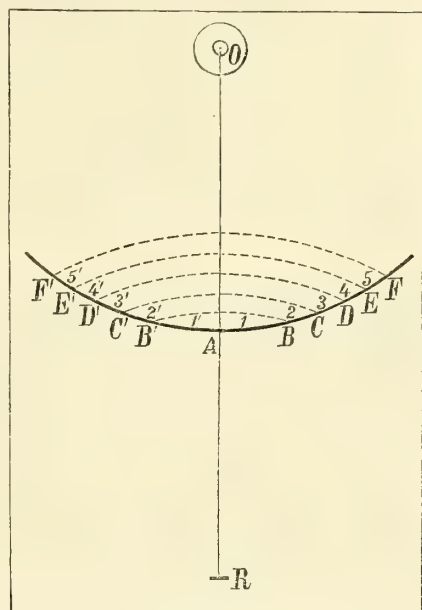
Sopra un gran foglio di carta steso sopra un tavolo ho segnato due punti O ed R, lontani 140 c. fra loro (fig. 11, scala $^1/_{20}$) ed un arco di cerchio FAF' di 75 c. di raggio col centro in O. Su questo arco ho segnati alla destra di A i punti B, C, D... tali che le loro distanze da R superino sucessivamente RA di una, due, tre... mezze onde, e sulla sinistra di A i punti B', C', D'... determinati nella stessa maniera.

Verticalmente su O, e a circa mezzo metro d' altezza, trovasi l' oscillatore. Verticalmente su R ed alla stessa altezza stà il risonatore. La superficie cilindrica, di cui l' arco FF' è la traccia, sarà dunque la porzione d' un' onda emanata dall'oscillatore, considerata come di forma cilindrica nella sua parte efficace, e le striscie verticali limitate dalle generatrici che hanno le traccie in B, C, D... $B'C'D'$... saranno precisamente gli elementi dell'onda graduata. Per semplicità indicherò in quel che segue coi numeri 1, 2, 3..., questi elementi a partire dalla generatrice A, distinguendo poi con un accento quelli di sinistra.

Fig. 11

Per l' esecuzione delle esperienze occorrono altresí vari diaframmi metallici di forma rettangolare e fissati verticalmente su appositi piedi. Questi diaframmi, che sono di zinco ed alti circa un metro sono larghi precisamente come i vari elementi dell' onda, di guisa tale che, se si collocano tutti in posto sugli elementi corrispondenti, si viene a dar forma materiale all' onda FF', la quale risulterà costituita da una lastra di zinco divisa in striscie verticali secondo le verticali passanti per B, C, D ecc.

Tanto l' oscillatore che il risonatore devono essere adoperati senza il solito riflettore parabolico. Però è vantaggioso porne uno assai stretto al risonatore, o una semplice striscia di rame, onde aumentarne la sensibilità (vedi § 10). Converrà però cambiare spesso il risonatore, giacché occorrerà sempre adoperarlo colla sua massima sensibilità.

Dirò una volta per tutte che in tutte le esperienze di questo capitolo

l' oscillatore si dispose col suo asse verticale, e che collocandolo invece orizzontalmente non si variarono gli effetti in modo sensibile.

22. **Esperienza del diaframma di Fresnel.** Nella spiegazione geometrica dei fenomeni di diffrazione si dimostra che gli elementi 2, 4,... 2', 4'... dell' onda inviano in *R* delle onde elementari che interferiscono con quelle emanate dagli elementi 1, 3,... 1', 3',... Fresnel, e più tardi Billet (1), costruirono un diaframma opaco che collocato fra la sorgente luminosa *O* ed il punto *R* ove si osservava l' illuminazione da quella prodotta, copriva gli elementi d' ordine pari 2, 2'..., ed ottennero con ciò il preveduto aumento d' intensità in R.

L' analoga esperienza elettromagnetica riesce in modo perfetto.

Osservate le scintille nel risonatore posto in *R*, e girato quest' ultimo intorno al proprio asse dell' angolo necessario ad estinguerle, onde avere idea della intensità delle oscillazioni (§ 9, *b*), si collocano due dei diaframmi metallici in corrispondenza di 2 e 2'. Immediatamente l' effetto in *R* risulta notevolmente accresciuto, e se si vuol di nuovo estinguere la scintilla nel risonatore, conviene girarlo d' un angolo maggiore di prima.

Se si aggiungono anche i diaframmi in 4 e 4', si osserva nettamente un ulteriore aumento nelle oscillazioni elettriche del risonatore.

Colle distanze scelte, l' effetto dei diaframmi 6, 6' non è sensibile.

23. **Diffrazione prodotta da una fenditura.** È noto che nel fenomeno ottico di diffrazione prodotto con una stretta fenditura, si ha nel mezzo del fenomeno intensità massima o minima, secondo che la fenditura lascia liberi sull' onda un numero dispari o pari di elementi, e che ai lati di quel massimo o minimo esistono rispettivamente due minimi o due massimi, ai quali altre alternative d' intensità possono seguire.

Si collochino i diaframmi in 4, 5, 6... 4', 5', 6',... e cioè si lascino liberi i primi tre elementi dell' onda da ogni parte del polo. L' effetto in *R* sarà accresciuto. Spostando il risonatore lateralmente, lungo un arco di centro *O*, onde non variare la sua distanza dall' oscillatore, si trova da ogni lato una posizione nella quale la scintilla è assai affievolita. Continuando però lo spostamento del risonatore le scintille in esso tornano ad aumentare, sinchè si raggiunge un massimo marcatissimo, nel quale anzi le oscillazioni del risonatore sono più intense che quando è in *R*.

Si ha dunque un massimo d' effetto in *R* e due minimi dalle due parti seguiti da due massimi; in altri termini si riconosce l' esistenza di frangie di diffrazione.

---

(1) *Traité d' Optique physique*, t. I, pag. 104.

Le posizioni dei minimi sono sensibilmente quelle previste dalla teoria, e cioè tali che relativamente ad esse si trovino circa due soli elementi liberi dell' onda da una parte del rispettivo polo e circa quattro dall' altra. Si può anzi, senza spostare il risonatore, realizzare sensibilmente lo stesso minimo, ponendo i diaframmi in 3, 4, 5... ed in 5', 6'... A rigore però la larghezza della fenditura diffrangente non è in tal caso esattamente la stessa che nel caso in cui si sposta il risonatore.

Così pure si dica per la posizione dei secondi massimi, che sono in luoghi tali che, graduando l' onda rispetto ad essi rimane circa un solo elemento da una parte del polo e circa cinque dall' altra.

Anche questo caso si può ottenere quasi identico senza spostare il risonatore ponendo diaframmi in 2, 3, 4, 5..., ed in 6', 7'...

Nel mezzo del fenomeno di diffrazione si ha qui un massimo. Per ottenere un minimo nel mezzo, ciò che corrisponde al caso dell' ombra nel centro dell' imagine di diffrazione data da una fenditura sottile, bisogna che la fenditura sia larga da C a C' oppure da E ad E' ecc.

Si pongano infatti i diaframmi su 3, 4, 5... 3', 4', 5'... In R le scintille spariranno; ma diverranno vive spostando sufficientemente il risonatore a destra o a sinistra. Anche in tal caso le posizioni dei massimi sono sensibilmente quelle volute dalla teoria. Il fenomeno ottenuto con fenditura CC' è dunque veramente simile a quello delle frangie di diffrazione a centro nero

Se la fenditura è larga solo da B a B' non si hanno più massimi e minimi. Lo stesso, come si sa, accade in ottica con fenditura estremamente ristretta. L' intensità in R è maggiore che quando si tolgono tutti i diaframmi, come appunto era a prevedersi.

24. **Diffrazione prodotta dall' orlo di un corpo opaco. Altri fenomeni di diffrazione.** Si copra coi diaframmi l' arco AF, oppure si collochi un grande diaframma metallico, terminato a sinistra secondo la verticale in A, e che si estenda di molto verso destra.

L' intensità della radiazione in R sarà ridotta assai. Spostando però il risonatore verso sinistra, si osserverà nettamente un massimo a qualche distanza. Questa distanza è tale che graduando l' onda rispetto alla nuova posizione del risonatore rimane un solo elemento alla destra del nuovo polo.

La diminuzione, che pei vari noti motivi ha luogo, degli effetti che producono in R i successivi elementi 1, 2,... dell' onda, è così rapida, che certi altri fenomeni di diffrazione non si possono facilmente realizzare. Tale è il caso, per esempio, della diffrazione nell' ombra d' una striscia opaca.

L' esperienza seguente merita di essere descritta, non già perchè simile

ad una delle esperienze ottiche note, che anzi la sua analoga colla luce sarebbe non facile ad effettuarsi, ma perché serve a chiarire certi fenomeni di cui si parlerá più avanti.

Lasciando fisso in R il risonatore, si collochi uno dei diaframmi di zinco, per esempio quello largo come l'elemento 5, successivamente in varie parti dell'onda. A questo scopo si fisserà la base del diaframma sopra un regolo mobile sul tavolo intorno ad un pernio fissato nel punto O.

È chiaro che a seconda che il diaframma mobile si troverá o in uno degli elementi d'ordine dispari, 1, 3, 5... o in uno d'ordine pari, 2, 4... esso dovrá produrre diminuzione oppure aumento di effetto in R.

Ció si verifica benissimo. Spostando lentamente il diaframma da A verso F, si vedono le scintille nel risonatore ora deboli o nulle, ed ora più vivaci che senza diaframma, e quest' ultimo fatto si osserva appunto quando il diaframma é in 2, 4,...

25. **Fenomeni speciali prodotti da masse dielettriche.** Studiando la trasmissione delle radiazioni attraverso diversi corpi, ebbi occasione di osservare alcuni fatti singolari, che per molto tempo rimasero per me indecifrabili, ma che ora ritengo abbiano attinenza alla diffrazione, come pure al fenomeno delle *onde secondarie* di cui tratteró più oltre (Cap. VII).

Se fra il risonatore e l' oscillatore si colloca un corpo dielettrico di dimensioni non troppo grandi si osservano i seguenti fenomeni.

Se il dielettrico é un blocco di paraffina e lo si mette in linea retta fra l' oscillatore ed il risonatore, notasi subito in questo un sensibile, spesso anzi notevole, aumento delle scintille, aumento che sparisce togliendo il dielettrico. In modo simile si comportano l' ebanite, il legno d'abete, l'olio d' uliva e la benzina (posti in un recipiente di legno, di ebanite o di vetro sottile). La gomma lacca, e la colofonia danno l' effetto in modo incerto.

Se si sposta lateralmente il dielettrico in modo da allontanarlo dall' asse del fascio di radiazioni, si raggiunge presto una posizione, stando nella quale il dielettrico stesso produce una evidente diminuzione nelle scintille del risonatore. Spostandolo ancora di più puó notarsi un nuovo aumento d' effetto nel risonatore. Questo fenomeno si ottiene con tutti i dielettrici nominati dianzi, anche colla gomma lacca, e la colofonia.

Le cose cambiano affatto per altri dielettrici. Per esempio col vetro da specchi si ha diminuzione notevole delle scintille nel risonatore, allorché esso trovasi posto in linea retta fra i due apparecchi, ed aumento invece quando viene spostato lateralmente di una certa quantitá.

Lo stesso risultato dá l' alcool posto in un recipiente di vetro, mentre collo zolfo si hanno risultati incerti, poiché qualche volta esso sembra com-

portarsi come il vetro e qualche volta invece debolmente alla maniera della paraffina (a).

È comodo disporre l' esperienza nel modo seguente.

In O (fig. 12) sta l' oscillatore (apparecchio II) munito del suo specchio parabolico, e ad una distanza d' un metro o due il risonatore R, munito di listerella di rame o di riflettore strettissimo (§ 10). Fra O ed R si colloca il cilindro C' formato dal dielettrico che si studia. In generale tali cilindri avevano 4 c. di diametro ed erano lunghi una trentina di centimetri.

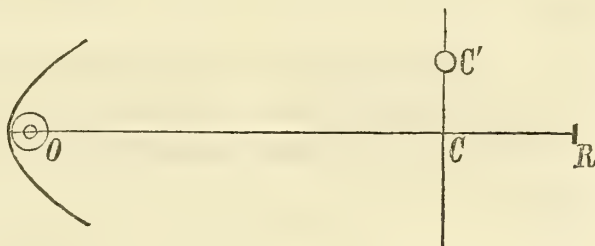



Fig. 12

Il piede del sostegno sul quale è posto il cilindro può scorrere fra due guide secondo una direzione perpendicolare ad OR. Una scala a millimetri posta su una delle guide, serve a determinare la distanza CC' fra l' asse del cilindro e la retta OR. Siccome poi si può misurare anche CR, così può calcolarsi $C'R$.

Un altro modo di sperimentare è il seguente.

Si adoperano gli apparecchi disposti come per le esperienze di diffrazione (fig. 11), ed il cilindro dielettrico si colloca sopra vari punti dell' arco FF', facendolo portare dal regolo girevole intorno ad O già adoperato nell' ultima esperienza del § 24. Anche in questo modo torna facile misurare la distanza fra il cilindro ed il risonatore. Anzi in realtà la disposizione della fig. 12 non è che un caso particolare di quella della fig. 11, giacchè si può considerare il piano CC' della fig. 12 come una delle superficie d' onda che partono dal riflettore dell' oscillatore O, onde che appunto devono essere piane.

a) Cominciamo dal caso in cui spostando il cilindro da C verso C' le scintille diminuiscono sino a ridursi ad un minimo (caso della paraffina, ebanite ecc.). Raggiunto questo minimo, misuravo la distanza CC'. Siccome mi era già nota la CR, poteva calcolare $C'R$. Or bene, la differenza $C'R - CR$ della distanza di R da C e C' fu sempre assai prossima a 2,65 c. cioè a $\frac{\lambda}{4}$, anche variando entro larghi limiti la distanza CR. Si può dunque ritenere che

$$C'R - CR = \frac{\lambda}{4}.$$

(a) Nella seconda delle Note citate in principio misi anche la gomma lacca nello stesso gruppo col vetro; ciò feci tenendo conto solo di una parte dei fenomeni qui descritti, i soli che allora conoscessi.

Aumentando assai la distanza fra il cilindro e la retta OR si trova una nuova posizione per la quale si osserva un massimo di scintille in R. In questo caso dalle misure si ricava sensibilmente:

$$C'R - CR = \frac{3}{4}\lambda.$$

b) Nel caso in cui spostando il cilindro da C le scintille nel risonatore aumentano (caso del vetro), la posizione C' del cilindro, per la quale le scintille in R sono massime, é tale che si verifica sensibilmente la relazione

$$C'R - CR = \frac{\lambda}{2}.$$

Allorché si ha invece $C'R - CR =$ all' incirca a λ, le scintille tornano ad essere deboli nel risonatore.

c) Una disposizione inversa alla *a*) é il seguente. Due grandi lastre di paraffina (grosse circa 4 c.) sono disposte verticalmente in modo che fra esse rimanga un intervallo d'aria di 4 a 6 c. di larghezza. Il sistema delle due lastre si fa scorrere lungo CC' (fig. 12), oppure, colla disposizione della fig. 11, lo si fissa sul regolo girevole intorno a O, in guisa che il piano delle lastre sia tangente all' onda cilindrica. Nell' un modo o nell' altro l' intervallo fra le due lastre puó trovarsi in linea retta fra O ed R, oppure occupare sull' onda una posizione laterale.

Se, posto l' intervallo fra le lastre in linea retta fra O ed R, si spostano le due lastre lateralmente, le scintille in R aumentano di splendore.

L' esperienza peró non si presta a misure, giacché, quantunque le scintille brillanti si presentino allorché la distanza fra il risonatore e l' intervallo d' aria ha ricevuto un aumento di $\frac{\lambda}{4}$, pure esse restano sensibilmente invariate, sinché il detto aumento diventa eguale a $\frac{\lambda}{2}$, dopo di ché scemano qualche poco di splendore. Se non fosse questo lento variare delle scintille colla posizione occupata dall' intervallo d' aria si potrebbe forse dire che il fenomeno in questo caso *c*) é inverso che nel caso *a*).

d) Si sostituiscano delle lastre di vetro da specchi a quelle di paraffina dell' esperienza *c*). Siccome non avevo lastre abbastanza grosse ne sovrapposi quattro per parte in modo da formare uno spessore comples-

sivo di circa tre centimetri. Il risultato che osservai non è, come era da aspettarsi, inverso a quello del caso *b*). Invece è quasi identico a quello del caso precedente. Infatti, quando l' intervallo fra le lastre è in linea retta con *O* ed *R* le scintille sono deboli, ma crescono allorché si spostano le lastre, raggiungendo un massimo allorché la distanza fra l' intervallo d' aria ed il risonatore ha aumentato di $\frac{\lambda}{2}$, dopo di che, se si continua lo spostamento delle lastre, le scintille decrescono molto lentamente.

Questi fenomeni, e specialmente *a*) e *b*), si producono naturalmente anche quando non è ad essi che si presta attenzione, e perciò possono generare errori. Così per esempio se si vuol concentrare la radiazione con una lente convergente di paraffina, e se questa non è abbastanza grande, essa produce l' effetto *a*), e cioè un aumento delle scintille, che a torto si attribuirebbe alla rifrazione, e che ad ogni modo deve alterare i risultati che senza di ciò produrrebbe la lente.

26. **Tentativo di spiegazione dei precedenti fenomeni.** Nella Nota preventiva (la seconda di quelle citate in principio) proposi una spiegazione basata sulla diffrazione. Allora non conoscevo che il fenomeno *a*) ed imperfettamente i fenomeni *b*) e *c*). I risultati un poco più completi che oggi posseggo, richiedono che quella spiegazione venga modificata.

La spiegazione che espongo a titolo provvisorio, quantunque mi sembri ancora incompleta, si basa, non solo sulla diffrazione, ma anche su un fenomeno speciale di risonanza che verosimilmente si produce nei dielettrici. Si vedrà più oltre (Cap. VII) come un risonatore in azione si comporti alla maniera di un oscillatore, e cioè generi all' intorno delle onde elettriche, la cui fase, allorché giungono in un dato punto, è opposta alla fase che hanno nello stesso punto le ondulazioni che ivi giungono direttamente dall' oscillatore, dato che la via da esse percorsa dall' oscillatore al risonatore e poi da questo al punto considerato, sia di eguale lunghezza a quella percorsa dalle onde dirette, dall' oscillatore al punto medesimo.

Sembra naturale il supporre che un fenomeno simile avvenga in un qualunque dielettrico di potere induttore maggiore di quello dell' aria in cui è immerso (*a*). Forse anche si produrrà nell' aria stessa, ma per semplicità terremo conto solo dell' effetto relativo, come se nell' aria il detto fenomeno non esistesse. Perciò si ammetterà che:

a) Allorché si applica il principio d' Huyghens al calcolo dell' effetto che un'onda produce in un dato punto, se una parte dell'onda è occupata da

---

(*a*) Tale ipotesi fu fatta anche da Trouton (*Phil. Mag.* XXIX, g. 274).

un dielettrico solido, si dovrà aggiungere all'effetto che darebbe l'onda intera, nel caso in cui fosse tutta nell'aria, l'effetto prodotto da quella specie di risonanza nel dielettrico, e non si dovrà dimenticare la differenza di fase eguale a π, cioè corrispondente ad una mezza onda, delle onde addizionali provenienti dal dielettrico.

β) D'altra parte è noto che nell'applicazione del principio d'Huyghens al calcolo dell'azione di una onda luminosa, è necessario supporre che le onde elementari provenienti dai singoli punti dell'onda considerata abbiano un anticipo di fase di $\frac{\pi}{2}$, come se il cammino che percorrono le onde elementari per giungere al punto rispetto al quale si calcola l'azione dell'onda intera, fosse minore del vero della quantità $\frac{\lambda}{4}$ (1). Il Trouton cercò di spiegare questo anticipo di fase, partendo dalle espressioni date da Hertz per le forze elettriche e magnetiche all'intorno d'un oscillatore rettilineo (2), supponendo che le stesse espressioni siano valide anche quando le onde hanno per causa delle oscillazioni elettriche eccitate in un dielettrico.

γ) Infine terrò conto del fatto, che verrà messo in rilievo più oltre (§ 40), e che si collega all'altro della forte riflessione prodotta da lamine di vetro sottili (§ 20, *a*), e cioè che si ha una notevole diminuzione d'intensità nelle radiazioni che traversano una lamina di vetro, come se questo corpo producesse assorbimento.

Con queste premesse si spiegano bene le esperienze *a*), *b*) e *c*). Quanto alla *d*) si trova che almeno non contraddice decisamente alla spiegazione.

Esperienza a). Sia (fig. 13) R il risonatore AB un'onda che non lo ha ancora raggiunto, C il polo di questa rispetto ad R. Si può supporre l'onda cilindrica, come nel caso della fig. 11, o piana come nel caso della fig. 12. Se un dielettrico, per esempio un bastone di paraffina, trovasi sull'onda in C' l'azione totale dell'onda in R si comporrà: 1.° dell'azione che si avrebbe ove il cilindro non esistesse; 2.° dell'azione supplementare dovuta al fatto che in C' si ha la paraffina al posto dall'aria. Se si prende come unità l'ampiezza dell'oscillazione risultante in R allorchè non esiste il cilindro di paraffina e si

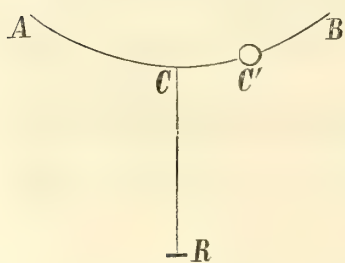



Fig. 13

(1) Vedi per esempio: Mascart, *Traité d'Optique*, t. 1, pag. 250.

(2) *Wied. Ann.* 36, p. 1, 1888. « Untersuchungen ueber die Ansbreitung der elektrischen Kraft » Leipzig 1892, p. 147.

indica con a quella dell'oscillazione in R dovuta alla risonanza nella paraffina, l'intensità in R colla paraffina a posto sarà (per la regola di Fresnel)

$$1 + a^2 + 2a \cos \varphi,$$

indicando con φ la differenza di fase della parte supplementare che aggiunge il dielettrico solido. La quantità a sarà a ritenersi minore di 1. Supponiamo che la paraffina si trovi in C. In tal caso φ si riduce all'anticipo di fase $\frac{\pi}{2}$ (β) ed alla differenza di fase π (α). Dunque $\cos \varphi = o$, e l'intensità si riduce ad $1 + a^2$.

La presenza del dielettrico in C aumenta dunque le scintille in R, giacchè senza di esso l'ampiezza dell'oscillazione sarebbe 1.

In secondo luogo supponiamo che il dielettrico sia in un punto C' tale che $C'R - CR = \frac{\lambda}{4}$. Il maggior cammino $C'R - CR$ delle onde provenienti da C' compenserà l'anticipo di fase β), e perciò resterà solo la differenza di fase α), e si avrà $\cos \varphi = -1$ e per l'intensità:

$$1 + a^2 - 2a = (1 - a)^2.$$

L'effetto in R è dunque minore che in assenza del dielettrico.

Se poi $C'R - CR = \frac{3}{4}\lambda$, si ha evidentemente $\cos \varphi = 1$, e l'intensità diviene

$$1 + a^2 + 2a = (1 + a)^2,$$

che è maggiore, non solo di quello che è in assenza del dielettrico, ma anche maggiore che quando esso si trova in C.

Esperienza b). Per spiegare il comportamento del vetro, si può supporre che il fenomeno che si produce nel caso a) esista, ma venga mascherato dall'indebolimento che il vetro produce sulle radiazioni che lo attraversano. Esaminerò dunque le conseguenze di questa diminuzione di intensità.

Se nelle esperienze ottiche di diffrazione si sostituissero ai diaframmi dei corpi semplicemente meno trasparenti dell'aria ambiente e di egual indice di rifrazione, i fenomeni stessi non sarebbero modificati che nella loro intensità. Infatti essi diverrebbero la sovrapposizione, 1.° del fenomeno ordinario di diffrazione prodotto con una intensità di luce eguale a quella assorbita dai diaframmi semi-trasparenti, e 2.° dell'illuminazione prodotta

da una intensità luminosa eguale a quella che esce dai diaframmi stessi. Però ove il corpo assorbente abbia un indice maggiore di quello dell'aria, bisognerà tener conto del ritardo da esso prodotto, il quale darà per conseguenza uno spostamento dei minimi e dei massimi; ma questo spostamento sarà assai piccolo se il detto corpo essendo assai sottile non produce che un ritardo di piccola frazione di lunghezza d'onda. Analogamente, se nelle esperienze elettriche di diffrazione descritte nei primi paragrafi di questo capitolo, si sostituiscono lastre di vetro alle lastre metalliche, non si avrà altra modificazione che di rendere i minimi meno differenti dai massimi. Così avverrà in particolare per l'ultima esperienza del § 24. Se invece della lastra mobile di zinco si adopera una lastra od un bastone di vetro di tal larghezza da poter coprire una delle striscie elementari AB, BC, CD... della fig. 11, si avrà un minimo in R quando la lastra copre le striscie AB, CD, ed un massimo quando copre BC, DE....

Se la lastra metallica o di vetro non ha sufficiente larghezza, non si può prevedere in qual porzione di AB debba collocarsi per produrre il massimo indebolimento, ed in qual porzione di BC per dar luogo al massimo aumento delle scintille in R.

Ma rifacendo l'esperienza del detto § 24 mettendo in posto della lastra di zinco un tubo metallico grosso quanto il cilindro di vetro della esperienza *b*), si trova che il maggior indebolimento si ha quando il tubo è in A o poco oltre, ed il maggior aumento delle scintille quando è in B o assai presso. Ora è questo appunto quanto si osserva nell'esperienza *b*) col cilindro di vetro. Dunque il fenomeno *b*) è un fenomeno di diffrazione nel quale il vetro si comporta come corpo assorbente.

Esperienza c). In questo caso il dielettrico, per esempio paraffina, occupa tutta l'onda AB, ad eccezione di un certo intervallo verticale ove trovasi invece l'aria.

Sia 1 l'ampiezza dell'oscillazione in R dato che l'intervallo d'aria non esista; ma quando esso esiste, bisogna tener conto della circostanza che in esso non si producono le oscillazioni di risonanza, le quali sarebbero atte a produrre in R l'ampiezza a.

L'intensità in R sarà dunque

$$1 + a^2 - a \cos \varphi ,$$

dicendo φ la differenza di fase delle vibrazioni in R provenienti dall'intervallo d'aria rispetto alla vibrazione risultante dell'onda intera.

Ciò posto supponiamo dapprima che l'intervallo d'aria si trovi in C

(fig. 13). La differenza di fase φ sarà π in virtù di α) e $\frac{\pi}{2}$ in virtù di β); quindi $\cos\varphi = 0$ e l'intensità in R sarà

$$1 + a^2.$$

Se in secondo luogo l'intervallo d'aria è in C', e si ha $C'R - CR = \frac{\lambda}{4}$, allora questo ritardo compensa l'anticipo di fase β), e si ha $\cos\varphi = -1$, e per l'intensità in R

$$1 + a^2 + 2a.$$

Dunque l'intensità è massima quando è soddisfatta la condizione $C'R - RC = \frac{\lambda}{4}$. Se si avesse $C'R - CR = \frac{3}{4}\lambda$, allora sarebbe $\cos\varphi = 1$ e l'intensità in R.

$$1 + a^2 - 2a$$

sarebbe minima, anche minore di quando l'intervallo d'aria è nel polo C dell'onda. Come vi vede, l'esperienza c) resta spiegata nella sua più spiccata particolarità. Se l'esperienza non corrisponde più esattamente nei suoi dettagli colla spiegazione, ciò può in parte attribuirsi al ritardo subito dalle radiazioni attraversando la paraffina. Questo ritardo nel caso dell'esperienza c) era di circa $\frac{1}{6}$ d'oscillazione.

Esperienza d). Infine nell'esperienza d) predomina l'effetto di risonanza nel vetro, forse perchè la massa di vetro impiegata è qui notevolmente maggiore che nel caso della esperienza b). L'esperienza d) è dunque identica alla c), salvo che mentre il massimo di scintille dovrebbe prodursi quando l'intervallo d'aria è in un punto C' (fig. 13) tale che $C'R - CR = \frac{\lambda}{4}$, esso ha luogo quando $C'R - CR = \frac{\lambda}{2}$. A ciò forse contribuisce la riflessione sull'orlo delle lastre di vetro.

L'esperienza d) non si può dunque spiegare completamente; ma almeno da essa non risulta nulla che contraddica alla spiegazione generale.

Può darsi che questa spiegazione, naturalmente incompleta e provvisoria, dei singolari fenomeni descritti nel paragrafo precedente, possa subire delle modificazioni, ma credo che nelle sue linee generali renda conto dei fatti osservati.

Quanto all' analogia fra questi fenomeni con fenomeni ottici, é chiaro che questi ultimi non possono facilmente realizzarsi, stante la necessità che si avrebbe di adoperare corpi di dimensioni estremamente piccole.

CAPITOLO IV.

Riflessione.

27. **Leggi della riflessione.** Che le onde elettriche si riflettano come le onde luminose, obbedendo alle stesse due ben note leggi, risulta dalle esperienze originarie di Hertz, eseguite con lastre piane metalliche oppure con reticoli di fili paralleli, come pure implicitamente dall' effetto che producono i riflettori parabolici.

Un' esperienza che mostra il fatto in una maniera più evidente, giacché é analoga a quelle che si sogliono ripetere nei corsi per mostrare la riflessione del suono e del calor raggiante, é la seguente.

Ho preso i due specchi sferici concavi di metallo, adoperati nelle lezioni per la riflessione del suono e del calore, i quali hanno 44 c. di diametro e 18,6 c. di distanza focale, e collocati di fronte a cinque o sei metri di distanza, ho disposto nel fuoco di uno di essi l'oscillatore II e nel fuoco dell' altro un risonatore II.

Quest' ultimo mostra delle scintille assai vivaci, che spariscono interponendo fra gli specchi una lastra di metallo o il corpo dello sperimentatore. Si puó anche eseguire un' esperienza di riflessione mettendo gli assi dei due specchi concavi in modo che formino un angolo, e collocando al vertice di questo una lastra piana normale alla sua bisettrice.

Non appena si allontana la lastra dalla sua giusta orientazione spariscono le scintille nel risonatore. La lastra piana riflettente puó essere metallica, o dielettrica, purché in tal caso abbastanza grossa. Una di vetro dá effetto notevole anche se sottile, come si disse nel § 20 *a*.

In conclusione, gli specchi sferici potrebbero sostituirsi a quelli cilindrici ordinariamente annessi agli oscillatori ed ai risonatori. Se si seguiterá a dare la preferenza a quelli cilindrici, sará dunque solo per la facilità della loro costruzione.

Se dallo studio geometrico della riflessione si passa allo studio fisico della medesima, e cioé se anziché occuparsi della sola direzione delle radiazioni riflesse si vuol studiare anche quale sia la loro intensità nei vari

casi e la direzione delle loro vibrazioni, é a prevedersi che si avranno per mezzo delle onde elettriche fenomeni analoghi a quelli prodotti dalla luce polarizzata, giacché le radiazioni elettriche generate dagli oscillatori sono per loro natura polarizzate.

Le esperienze in proposito devono essere in grado di fornire, o meno, una conferma diretta della teoria elettromagnetica della luce, secondo la quale il piano di polarizzazione deve essere parallelo alla direzione della forza magnetica e perpendicolare a quella della forza elettrica. In altri termini, assumendo con Fresnel come direzione delle vibrazioni in un raggio polarizzato, quella perpendicolare al piano di polarizzazione, si deve trovare che la direzione della forza elettrica deve corrispondere alla direzione delle vibrazioni dell' etere nella teoria di Fresnel (Vedi Nota in fine della Memoria).

Tratteró separatamente della riflessione sui metalli, e di quella sui dielettrici, cominciando da quest' ultima.

28. **Riflessione sui dielettrici. Disposizione delle esperienze.** Alcune esperienze di riflessione delle onde elettriche sui dielettrici furono fatte da Trouton (1) e da Klemencic (2). Il primo, facendo riflettere le radiazioni obbliquamente sopra un muro di circa un metro di spessore, trovó confermata la prevista esistenza di un angolo di polarizzazione. Il secondo studió la riflessione sopra una lastra di solfo, e trovó lo stesso fenomeno. Peró non ottenne in generale buon accordo fra i suoi risultati e quelli calcolati colle formole di Fresnel.

Cogli apparecchi II si puó comodamente studiare la riflessione, in condizioni piú vantaggiose, in quanto che il fascio di radiazioni emesso dallo specchio annesso all' oscillatore ha una larghezza di 6 a 7 volte la lunghezza d' onda, ed una lastra dielettrica riflettente che utilizzi tutto il fascio, non acquista perció dimensioni eccessive. Converrá peró porre mente ad una circostanza sulla quale si é sorvolato, e cioé che se la lastra dielettrica é a faccie parallele e non abbastanza grossa, la riflessione sulla seconda faccia e le riflessioni multiple interne possono alterare i risultati.

Per le esperienze di riflessione, la superficie riflettente viene collocata sulla piattaforma girevole S (fig. 3) in modo che sia verticale e perpendicolare al fascio di radiazioni che proviene dallo specchio BC allorché sulla graduazione tracciata sul disco S si legge lo zero. Inoltre si porrá il dielettrico a tale altezza che resti metá al disopra e metá al disotto del piano orizzontale passante per l' asse di rotazione dell' oscillatore. Il riso-

---

(1) *Nature*, XXXIX, n. 1008, p. 393.
(2) *Wiener Berichte*, januar 1891, p. 109.

natore, anzichè essere collocato ove lo mostra la fig. 3, sarà posto sul braccio mobile TU.

Converrà avere gran cura onde le radiazioni dirette non agiscano sul risonatore allorchè, l' angolo d' incidenza essendo assai grande, il risonatore è quasi rivolto verso l' oscillatore. Perciò le distanze fra l' oscillatore e il corpo riflettente e fra questo ed il risonatore si faranno le più grandi possibili, compatibilmente colla sensibilità del risonatore, e immediatamente prima della lastra riflettente si collocherà un largo diaframma metallico con una apertura circolare di 20 a 30 c.

Girando la piattaforma S si dà all' angolo d' incidenza i il valore che meglio piace, e per ricevere nel risonatore la radiazione riflessa, si colloca il braccio TU in modo che faccia, colla direzione delle radiazioni incidenti, un angolo eguale a $180° - 2i$, che si leggerà sulla graduazione tracciata sulla base PQ.

Facendo poi girare l' oscillatore intorno al proprio asse, e leggendo la sua posizione sull' annesso cerchio graduato, si potrà far sì che le vibrazioni incidenti sieno o perpendicolari al piano d' incidenza, o parallele a questo piano, o inclinate d' un angolo qualunque.

In complesso l' apparecchio si adopera come il noto apparecchio di Jamin per lo studio della riflessione della luce polarizzata.

29. **Esperienze intorno alla riflessione sopra i dielettrici.** Coll'apparato descritto ho studiato la riflessione sullo zolfo, la paraffina ed il vetro.

Nel caso dello zolfo la superficie riflettente era una delle faccie di una lastra di solfo prismatica. Le radiazioni riflesse internamente non potevano così sovrapporsi a quelle studiate ed alterare i risultati. In un' altra serie di esperienze ho fatto riflettere la radiazione sulla faccia maggiore del biprisma descritto nel § 17.

Anche per la riflessione sulla paraffina ho fatto uso d' un blocco prismatico, oppure del grande prisma a base trapezoidale che sarà descritto nel § 38. L' intensità della radiazione riflessa è notevolmente più piccola che collo zolfo, come è naturale pel minor indice della paraffina.

Infine ho esaminata la riflessione operata da una lastra di vetro da specchi a faccie parallele grossa circa 0,7 c. Quantunque così sottile, una lastra di vetro dà una energica riflessione, mentre una altrettanto sottile di paraffina o di solfo non produce che una riflessione debolissima, in causa dell' interferenza (fenomeno analogo a quello della macchia nera negli anelli di Newton). In causa di questo singolare comportamento del vetro, del quale ho già fatto cenno e su cui dovrò tornare in seguito, i risultati ottenuti colla lastra da specchi sono da accogliere con molta riserva.

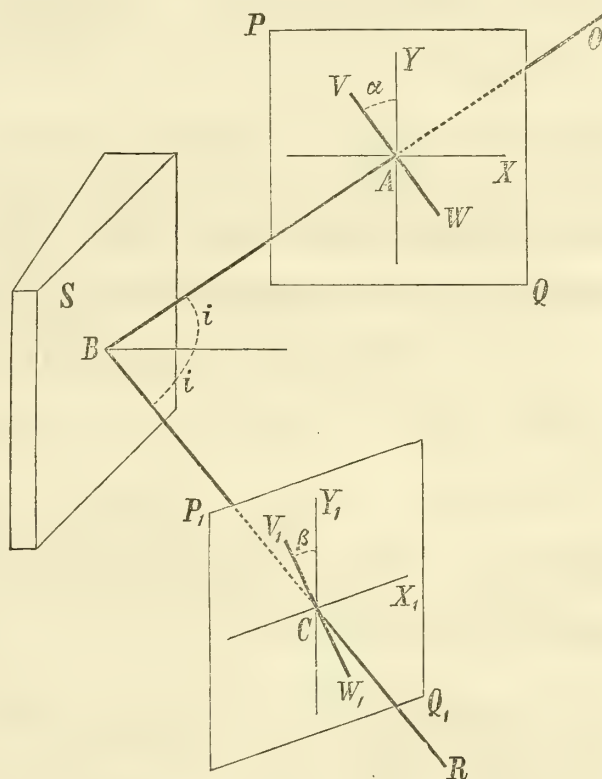
I risultati avuti con questi tre dielettrici furono pienamente concordanti ed analoghi ai corrispondenti fenomeni ottici.

Per chiarezza d' esposizione supponiamo di osservare le vibrazioni incidenti VW nella direzione della loro propagazione e precisamente dalla superficie riflettente S verso l' oscillatore O (fig. 14), e le vibrazioni riflesse V_1W_1 nella direzione di loro propagazione, dal risonatore R verso la superficie riflettente S. Tanto sopra un raggio incidente OB come sul relativo raggio riflesso BR si prenda un punto qualunque A o C, e si conduca per esso un piano normale al raggio; poi, sui due piani PQ e P_1Q_1 così condotti, si traccino due assi ortogonali, uno orizzontale AX, CX_1 ed uno verticale AY e CY_1. Indicheremo con α l' angolo che la vibrazione elettrica VW sul raggio incidente fa coll' asse verticale, e con β quello che la vibrazione riflessa fa pure coll' asse verticale, prendendo come positivi questi angoli, allorché si contano nel verso opposto a quello del moto degli indici di un orologio.

Fig. 14

L' angolo α si misurerà sul cerchio graduato dell' oscillatore, e gli si potrà dare a piacere qualunque valore. Se si farà $\alpha = 0$, e cioè si porrà verticalmente l'asse di figura dell' oscillatore, le vibrazioni incidenti saranno perpendicolari al piano d' incidenza OBR, che è orizzontale. Facendo invece $\alpha = 90°$, e cioè disponendo l' asse dell' oscillatore orizzontal mente, le vibrazioni incidenti saranno nel piano d' incidenza.

Nel primo caso le vibrazioni riflesse saranno esse pure verticali, e nel secondo orizzontali, per ragione di simmetria, e perciò per raccoglierle per intero e farle agire sul risonatore dovrà farsi $\beta = 0$ nel primo caso e $\beta = 90°$ nel secondo. I valori di β si leggeranno sul cerchio graduato annesso al risonatore.

In questi due casi, nei quali è nota l' orientazione della vibrazione riflessa, si potrà ottenere una misura relativa della sua ampiezza col metodo b) del § 9, e cioè osservando di qual angolo deve girarsi il risonatore,

a partire dalla orientazione, rispettivamente nei due casi, verticale od orizzontale, onde spegnere le sue scintille o ridurne l'intensità e la frequenza ad uno stesso valore costante ed assai piccolo. Si giunge così ad avere una misura relativa dei coefficienti, che in ottica si sogliono indicare con h e k, per vari valori dall'angolo d'incidenza i. Per le formole di Fresnel, relative alla riflessione della luce sui corpi trasparenti, si ha

$$h = -\frac{\text{sen}\,(i - r)}{\text{sen}\,(i + r)}, \quad k = \frac{\text{tang}\,(i - r)}{\text{tang}\,(i + r)}\,(a), \quad \frac{k}{h} = -\frac{\cos\,(i + r)}{\cos\,(i - r)}$$

dove $\text{sen}\,r = \frac{\text{sen}\,i}{n}$, n essendo l'indice di rifrazione del corpo adoperato.

Se α ha un valore compreso fra 0° e 90°, anche β è acuto. Questo angolo β si potrà determinare col metodo a) del § 9. Nel caso della riflessione della luce si ha $\text{tang}\,\beta = \text{tang}\,\alpha \frac{\cos\,(i + r)}{\cos\,(i - r)}$.

Se in particolare $\alpha = 45°$, la determinazione di β farà conoscere il rapporto fra h e k, giacchè si ha in tal caso evidentemente $\text{tang}\,\beta = -\frac{k}{h}$.

Esperienza a): $\alpha = 0$. Tenendo l' oscillatore col suo asse verticale e facendo variare i, ho riconosciuto in tutti i casi che la radiazione riflessa aumenta d'intensità al crescere di i. Dunque h cresce coll'incidenza, appunto come per la luce.

Esperienza b): $\alpha = 90°$. L'asse dell'oscillatore è orizzontale, e quindi le vibrazioni elettriche incidenti sono nel piano d'incidenza. In questo caso l'intensità della radiazione riflessa comincia col diminuire al crescere di i, sino a divenire sensibilmente nulla, poi torna a crescere sino alle maggiori incidenze osservate. Dunque il coefficiente k ha lo stesso andamento come nel caso ottico, per cui bisogna ammettere che, *nelle ondulazioni elettromagnetiche la forza elettrica è perpendicolare al piano di polarizzazione*, come vuole la teoria elettromagnetica della luce.

Collo zolfo k si annulla per i compreso fra 60° e 64°, e colla paraffina quando i è compreso fra 52° e 59°. Ora, ammessi i valori 1,87 ed 1,43 per l'indice di rifrazione di queste due sostanze, il loro angolo di polarizzazione deve essere rispettivamente 61° 52′ e 55° 2′.

(a) Ho dovuto prendere positivamente il valore di k in causa del modo nel quale ho scelta la direzione positiva degli assi.

Esperienza c): $\alpha \gtrless {0^\circ \atop 90^\circ}$. Si sa che nel caso dell'ottica k cambia segno all'angolo di polarizzazione, cosiché dato che VW (fig. 14) sia la vibrazione sul raggio incidente, quella sul raggio riflesso fa un angolo β negativo quando i è compreso fra 0° e l'angolo di polarizzazione, ed un angolo β positivo quando i è compreso fra l'angolo di polarizzazione e 90°, essendo peró in ogni caso $\beta < \alpha$. Nella fig. 14 la vibrazione riflessa V_1W_1 è rappresentata pel caso di i maggiore dell'angolo di polarizzazione, mentre per i minore di questo angolo la vibrazione V_1W_1 deve immaginarsi collocata entro l'angolo X_1CY_1. Naturalmente faró qui astrazione dai fenomeni di polarizzazione elittica che si producono alle incidenze vicinissime a quella di polarizzazione.

Mi sembrava assai interessante l'ottenere colle radiazioni hertziane la verificazione del cambiamento di segno della vibrazione elettrica parallela al piano d'incidenza. L'esperienza, in grazia delle disposizioni adottate, riesce facilissima. Si inclini l'oscillatore in modo che il suo asse di figura faccia colla verticale un angolo qualunque α, meglio peró se differisce non molto da 45°, e si dia ad i un valore abbastanza piccolo, per esempio 45°. Si riconosce allora che β è negativo, e cioé che per rendere massime le scintille nel risonatore bisogna girarlo nel verso del moto degli indici nell'orologio, a partire dalla posizione nella quale è verticale. Si riconosce inoltre che l'angolo β è numericamente minore di α.

Si dia quindi ad i il valore dell'angolo di polarizzazione. Si troverà che, onde sieno massime le scintille, il risonatore deve rimanere verticale.

Infine si faccia i maggiore dell'angolo di polarizzazione, per esempio 70°. In tal caso, girando il risonatore a partire dalla verticale nel senso di prima, si vedono diminuire in esso le scintille, anziché aumentare, come accadeva per $i = 45°$. Per renderle del massimo splendore bisogna ora girare il risonatore in senso contrario a prima, cioé nel senso preso come positivo. Dunque β è ora positivo, come si era previsto, ed inoltre si verifica che numericamente è ancora minore di α.

Esperienza d): $\alpha = 45°$. In questo caso, come si è già notato, la misura di β fa conoscere il rapporto $\frac{k}{h}$. Ho fatto qualche misura collo zolfo ed ho ottenuto i risultati della seguente tabella, la prima colonna della quale contiene l'angolo d'incidenza i, la seconda l'angolo misurato β, la terza il valore di $\tang \beta = \frac{k}{h}$, la quarta il valore di $\frac{\cos(i+r)}{\cos(i-r)}$, che deve essere eguale a $\frac{k}{h}$ per le formole di Fresnel. Nelle due ultime colonne non si è tenuto conto dei segni.

i	β	tang β	$\frac{\cos(i+r)}{\cos(i-r)}$
45°	— 25°	0, 47	0, 42
50	— 19	34	30
55	— 11	19	18
60	— 5	09	05
65	7	12	09
70	18	32	25

Siccome le misure di β non possono farsi che con poca esattezza, così non dó alcun valore alla poca differenza che c' é fra qualche numero della 3ª colonna ed il suo vicino della 4ª. Ma credo che l'andamento generale dei valori di $\frac{k}{h}$ sia dimostrato abbastanza dai numeri ottenuti, per concludere anche qui alla verificata analogia col fenomeno ottico corrispondente.

Esperienza e): *confronto fra k ed h.* Nel caso della luce k é sempre minore di h. Lo stesso avviene per le radiazioni elettriche, e lo si verifica in una delle due maniere seguenti.

Tenendo costante i si pongano alternativamente in direzione verticale od orizzontale tanto l' oscillatore che il risonatore. Sarà sempre più vivace la scintilla nel primo caso che nel secondo.

Si può più comodamente esperimentare in quest' altro modo. Si lasci fisso l' oscillatore col suo asse a 45° dalla verticale, cioé si conservi $\alpha = 45°$, e poi si collochi alternativamente il risonatore verticale od orizzontale, cioè si faccia $\beta = 0$ o $\beta = 90°$. Sarà sempre maggiore la vivacità delle scintille nel primo caso che nel secondo.

In questa esperienza l' oscillazione incidente equivale alle sue due componenti, eguali fra loro, prese secondo la verticale e l'orizzontale; l'una o l' altra soltanto di queste componenti influisce sul risonatore allorché si trova in una delle sue due orientazioni principali.

Le esperienze di riflessione su dielettrici riescono dunque di tutto punto conformi alle previsioni. Bisogna però lasciare a parte la riflessione sotto angoli d' incidenza assai grandi, divenendo allora difficile assai l' impedire la causa d' errore già menzionata, e cioè l' azione diretta dell' oscillatore sul risonatore.

30. **Riflessione sui metalli; disposizione delle esperienze.** Le esperienze intorno alla riflessione delle oscillazioni elettriche sui metalli, si

conducono nella stessa maniera che quelle del precedente paragrafo. Ma siccome le particolarità più interessanti si osservano colle grandi incidenze, così è necessario prendere le necessarie precauzioni onde avere effetti abbastanza distinti, ed evitare la causa d' errore accennata al § 16, la quale appunto si manifesta specialmente colle grandi incidenze.

Una lastra piana il cui lato orizzontale l sia di 40 c. o 50 c. è più che sufficiente per eseguire tutte le esperienze di riflessione se non si ha da oltrepassare l' incidenza di 65° o 70°. Con $i = 70°$ la larghezza $l \cos i$ del fascio di radiazione riflesso dalla lastra è ancora sufficiente per produrre vivaci scintille nel risonatore, quand' anche, allo scopo di impedire alle radiazioni di giungere direttamente dall' oscillatore al risonatore, si interponga un diaframma munito di conveniente apertura. Ma per incidenze più grandi, per esempio di oltre 80°, onde impedire l' azione diretta sul risonatore bisogna aumentare moltissimo la distanza di questo, il che produce, stante il non perfetto parallelismo delle radiazioni e sopratutto la diffrazione, un indebolimento fortissimo nelle sue scintille, le quali anzi finiscono collo sparire affatto.

Per le grandi incidenze bisogna dunque aumentare la lunghezza del lato orizzontale della lastra. Ho quindi disposto l' esperienza come segue.

Una lastra di rame AB, lunga 306 c. ed alta 44 è posta sul disco graduato mobile S della fig. 3, rappresentato in DE nella fig. 15, in modo che l'asse di rotazione verticale C del disco si trovi a metà lunghezza della lastra. L' oscillatore è collocato a circa 150 c. da C in modo che il suo asse di rotazione passi pel centro di figura della lastra AB. Quanto al risonatore R, è esso pure collocato in modo che il suo asse di rotazione passi pel centro della lastra, ma la sua distanza da C è di almeno 400 c. allorché l' angolo d' incidenza è assai grande. Naturalmente il disco DE non è più portato dallo stesso banco che regge l' oscillatore, ed il risonatore non è più sul braccio mobile PQ della fig. 3, ma sopra un tavolo indipendente, in modo però da trovarsi sempre esattamente sul prolungamento del braccio stesso, che serve ora soltanto per indicare la posizione del risonatore.

Fig. 15

Cogli apparecchi così disposti si può studiare comodamente la riflessione sul rame, anche per incidenze che arrivino agli 82° od 83°, senza che si abbia a temere una qualsiasi azione diretta dell' oscillatore sul risonatore.

Come ho accennato nel § 16, se al risonatore possono giungere direttamente le radiazioni dell' oscillatore, esse interferiscono colle radiazioni riflesse dalla lastra *AB*. Il risultato di questa interferenza è di rendere più vive le scintille nel risonatore, allorchè le vibrazioni dell' oscillatore sono orizzontali, di quando esse sono verticali (vedi § 16). È appunto questa la ragione per la quale trovai dapprima un risultato, che era in opposizione con quello dato dalla riflessione sui dielettrici, e con quello che predice la teoria elettromagnetica della luce.

Ecco ora le principali esperienze eseguite.

31. **Esperienze sulla riflessione metallica.** *Esp. a*). Riesce come la *a*) del § 29, e collo stesso risultato.

Esperienza b). È simile alla *b*) del § 29, se non che con un risonatore nuovo ed assai sensibile si hanno sempre scintille. Dunque nel caso del rame si riconosce che il coefficiente k non si annulla, ma passa semplicemente per un minimo all' incidenza principale, che si trova essere di circa 81°. Secondo Jamin (1) l' incidenza principale varia pel rame da circa 67° a circa 71° andando dai raggi violetti ai raggi rossi. Era naturale che per le onde elettriche si dovesse trovare un valore alquanto più grande.

Esperienza c). Riesce similmente alla *c*) del § 29, e cioè si constata che per ottenere il massimo di scintille nel risonatore, allorchè le vibrazioni incidenti sono inclinate d' un angolo α (fig. 14) colla verticale, conviene inclinarlo d' un angolo β a partire dalla verticale, verso destra per le incidenze inferiori a quella principale, e verso sinistra per quelle superiori; e che in ogni caso in valore assoluto si verifica essere $\beta < \alpha$.

Si osservi però che le vibrazioni luminose riflesse da un metallo sono elittiche, giacchè la differenza di fase φ, che si stabilisce fra le due componenti della vibrazione incidente prese secondo il piano di riflessione e perpendicolarmente a questo piano, cresce gradatamente da 0 a π, allorchè l' angolo d' incidenza i cresce da 0° a 90°, assumendo il valore $\frac{\pi}{2}$ per l'incidenza principale, mentre nel caso della riflessione sopra un corpo trasparente la variazione di φ si compie rapidamente da 0 a π per valori di i

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.* (3) t. XXII, pag. 311.

vicinissimi all' angolo di polarizzazione. Se nel fenomeno elettromagnetico avviene la stessa cosa, l' azimut del risonatore pel quale le scintille sono massime, non sarà altro che quello cui corrisponde l' asse maggiore della vibrazione elittica riflessa.

Ma é facile dimostrare, benché ció a quanto mi consta non si sia finora esplicitamente affermato, che anche nel caso della riflessione della luce sopra un metallo, qualora per β si prenda l'angolo cha fa l'asse maggiore della vibrazione elittica riflessa colla perpendicolare al piano di riflessione, sussistono fra β ed α le stesse relazioni che nel caso della riflessione sopra un corpo trasparente, e cioé 1.° che β è di segno negativo o positivo secondo che l' angolo d' incidenza é minore o maggiore dell' incidenza principale, 2.° che in valore assoluto si ha sempre $\beta < \alpha$.

Infatti, se sen $\frac{2\pi t}{T}$ é la vibrazione rettilinea incidente VW (fig. 14), essa equivale alle due componenti $x = -\cos\alpha \operatorname{sen} \frac{2\pi t}{T}$, $y = \operatorname{sen}\alpha \operatorname{sen}\frac{2\pi t}{T}$ prese secondo AX ed AY, le quali sul raggio riflesso divengono rispettivamente $x_1 = k \cos\alpha \operatorname{sen}\left(\frac{2\pi t}{T} - \varphi\right)$ (a) ed $y_1 = h \operatorname{sen}\alpha \operatorname{sen}\frac{2\pi t}{T}$, indicando con k ed h i coefficienti di riflessione e con φ la differenza di fase prodotta dalla riflessione.

Eliminando $\frac{2\pi t}{T}$ fra le due ultime equazioni, si otterrà l'equazione della traiettoria elittica, e da questa si potrà dedurre, tanto il rapporto $\frac{a}{b}$ fra i semiassi dell' elisse, quanto l' angolo β (positivo o negativo ma non maggiore di 90°) che uno di essi b fa coll' asse delle y. A riduzioni fatte, e ponendo per brevità $n = \frac{k}{h}$, $r = \sqrt{(1 - n^2 \operatorname{tang}^2\alpha)^2 + 4 n^2 \operatorname{tang}^2\alpha \cos^2\varphi}$, si trova:

$$\frac{a^2}{b^2} = \frac{1 + n^2 \operatorname{tang}^2\alpha \pm r}{1 + n^2 \operatorname{tang}^2\alpha \mp r}, \quad \operatorname{tang}\beta = \frac{1 - n^2 \operatorname{tang}^2\alpha \pm r}{2n \operatorname{tang}\alpha \cos\varphi}.$$

Se si sceglie per r il segno inferiore, allora $b > a$, e β diviene l'angolo fatto coll'asse delle y dell' asse maggiore dell' elisse; allora:

$$\operatorname{tang}\beta = -\frac{r - 1 + n^2 \operatorname{tang}^2\alpha}{2n \operatorname{tang}\alpha \cos\varphi}.$$

(a) Qui x_1 è positiva in causa della maniera nella quale sono prese le direzioni positive degli assi.

Tenuto conto che $r > 1 - n^2 \tan^2\alpha$, si vede così che $\tan\beta$, e quindi anche β, è negativo se $\varphi < \frac{\pi}{2}$, e positivo se $\varphi > \frac{\pi}{2}$. Resta così dimostrata la 1.ª proposizione.

Per dimostrare la 2.ª si prenda il valore assoluto di $\tan\beta$, che è in ogni caso:

$$\tan\beta = \frac{r - 1 + n^2 \tan^2\alpha}{2n\,\rho \tan\alpha},$$

ove ρ (compreso fra 0 ed 1) è il valore assoluto di $\cos\varphi$, od anche $\tan\beta = \frac{1}{\sqrt{p^2 + 1} + p}$, ponendo per brevità $p = \frac{1 - n^2 \tan^2\alpha}{2n\,\rho \tan\alpha}$. Se si suppone $\rho = 1$, p diviene $\frac{1 - n^2 \tan^2\alpha}{2n \tan\alpha}$, e $\tan\beta$ diviene uguale ad $n \tan\alpha$, mentre per $\rho < 1$ p ha un valore più grande, e $\tan\beta$ uno minore che nell'ipotesi di $\rho = 1$. Dunque $\tan\beta < n \tan\alpha$, ed essendo $n < 1$, a maggior ragione $\tan\beta < \tan\alpha$. Per conseguenza: $\beta < \alpha$. Dunque l'esperienza *c*) qui descritta è perfettamente analoga alla corrispondente esperienza ottica.

Esperienza d). In tutto simile alla *d*) del § 29.

Esperienza e). Identica a quella corrispondente eseguita nel caso di un dielettrico. Riesce bene solo quando, adoperando un lungo riflettore e tenendo il risonatore assai lontano, questo non può essere influenzato direttamente dall'oscillatore neppure alle grandi incidenze. Se questa condizione non è soddisfatta, il risultato resta invertito, per un effetto d'interferenza già spiegato.

32. **Oscillazioni elittiche e circolari.** Colla disposizione sperimentale della fig. 14 si giunge a mettere in evidenza la polarizzazione elittica delle vibrazioni riflesse, ciò che completa l'analogia coi fenomeni ottici.

È bene dare ad α un valore prossimo a 45°, scegliere un angolo d'incidenza di circa 81°, cioè assai prossimo all'angolo principale, e adoperare un risonatore nuovo e assai sensibile che si metterà al posto nel suo riflettore, solo dopo che con altro risonatore si è girato l'apparecchio sino ad un azimut corrispondente all'incirca a quello del minimo di scintille. Questa precauzione ha lo scopo di evitare che nel risonatore nuovo si producano forti scintille, che inutilmente ne scemerebbero in breve la sensibilità.

Si riconosce così che scintille, deboli o intense, veggonsi nel risonatore,

qualunque sia la sua orientazione, il ché non accadrebbe se l' oscillazione che lo colpisce fosse rettilinea (vedi § 9 *d*). L' intensità dell' effetto varia se si fa girare il risonatore intorno al proprio asse. Con un intero giro si trovano due massimi e due minimi, corrispondenti ad orientazioni fra loro ortogonali. Queste orientazioni sono quelle degli assi della vibrazione elittica.

Se ad α si dà un opportuno valore maggiore di 45°, circa 59° nel caso del mio riflettore, la vivacità della scintilla nel risonatore diviene sensibilmente costante, qualunque sia l' orientazione del medesimo, qualora l' incidenza i sia l' incidenza principale. In tal caso la vibrazione riflessa é divenuta circolare. È facile riconoscere poi che tale vibrazione é levogira.

È in questo modo che ho potuto ottenere per la prima volta un raggio di forza elettrica a vibrazioni circolari. Indicheró più oltre come si possa più comodamente ottenere un tal raggio ricorrendo alla riflessione totale (§ 39) (*a*).

Con uno dei prismi a base di parallelogramma o di trapezio, che saranno descritti nel citato paragrafo, ho potuto verificare che il raggio riflesso nell' ultima esperienza é circolare.

Perció il raggio riflesso, anziché giungere direttamente al risonatore, entra normalmente per una delle faccie *ab* del prisma di paraffina a base di trapezio *abcd*. Questo prisma é l' analogo di uno dei noti parallelepipedi di Fresnel, i quali in determinate circostanze possono trasformare un raggio a vibrazioni rettilinee in uno a vibrazioni circolari o viceversa. Dopo tre riflessioni totali interne il raggio esce normalmente dalla faccia *cd*, ed allora solo incontra il risonatore. Facendo girare quest' ultimo si riconosce che il raggio si comporta come uno che provenga direttamente da un oscillatore inclinato di 45° dalla verticale verso destra, giacché le scintille nel risonatore sono massime per $\beta = -45°$ e nulle per $\beta = +45°$. È ció che doveva osservarsi se veramente il raggio che entra nella paraffina é a vibrazioni circolari.

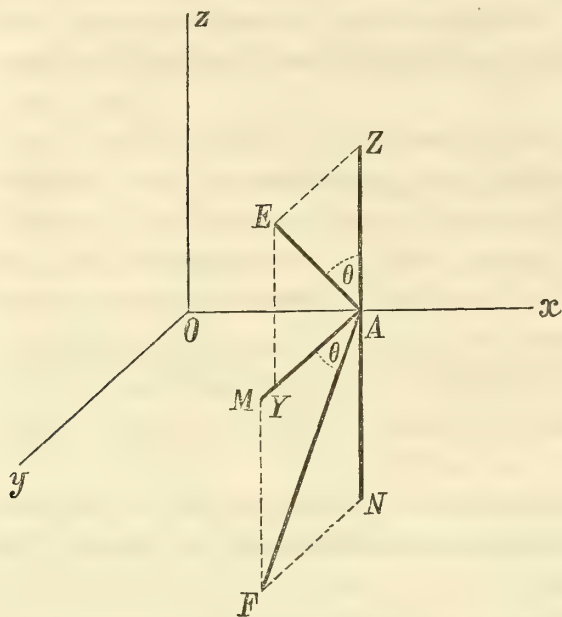
Colla scelta delle denominazioni di raggi di forza elettrica a vibrazioni elittiche o circolari, mi sono semplicemente attenuto all' analogia coi fenomeni ottici. Peró, mentre nella teoria di Fresnel s' immaginano veri mo-

---

(*a*) L' esperienza colla quale si ottiene la polarizzazione circolare od elittica dei raggi di forza elettrica, ricorrendo alla riflessione metallica, fu pubblicata nella 3ª delle Note citate in principio (nel fascicolo dei *Rendiconti della R. Acc. dei Lincei* che contiene le comunicazioni ad essa pervenute prima del 6 agosto 1893). L' esperienza del § 39, con cui si ottiene lo stesso intento per mezzo di riflessioni totali, fu pubblicata nella 4.ª delle suddette Note (nel fascicolo contenente le comunicazioni sino al 17 settembre 1893). Assai più tardi, e cioè in una Nota in data 21 giugno 1894, giuntami durante la correzione delle bozze, il Sig. Zehnder (*Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg*, b. IX, h. 2) indica il modo d' ottenere la polarizzazione elittica per mezzo della riflessione su due reticoli incrociati.

vimenti a traiettorie elittiche o circolari, nel concetto della teoria elettromagnetica della luce non si hanno movimenti di questo genere, ma solo variazioni periodiche d'intensità e di direzione delle forze elettrica e magnetica.

Fig. 16

Per chiarire la cosa s'immagini un dielettrico percorso da onde elettriche piane nella direzione dell'asse delle x (fig. 16), e si supponga dapprima che le vibrazioni elettriche sieno dirette secondo l'asse delle y, cioè si abbia una radiazione polarizzata nel piano zOx, e che le vibrazioni stesse sieno pendolari. La forza elettrica Y in un punto A che dista x dall'origine si esprimerà con $Y = \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{x}{V}\right)$ (assumendo come uno il suo massimo d'intensità), giacché si deve trovare lo stesso valore, sia ad aumentare la distanza x di una quantità a, come a diminuire t di $\frac{a}{V}$, V essendo la velocità di propagazione. Se nelle equazioni di Hertz, che sono:

$$A\varepsilon \frac{dX}{dt} = \frac{dM}{dz} - \frac{dN}{dy}, \quad A\mu \frac{dL}{dt} = \frac{dZ}{dy} - \frac{dY}{dz},$$

e le altre quattro analoghe, si pone:

$$X = 0, \quad Y = \operatorname{sen} \theta, \quad Z = 0,$$

si trova:

$$L = 0, \quad M = 0, \quad \sqrt{\mu} N = -\sqrt{\varepsilon} \operatorname{sen} \theta,$$

ove per semplicità si è scritto θ in luogo di $\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{x}{V}\right)$. La forza magnetica N è diretta secondo la parte negativa dell'asse della z, come indica la figura.

Ad un istante qualunque le due forze Y ed N hanno lo stesso valore in tutti i punti del piano passate per A e perpendicolare ad Ox, come in tutti

i piani paralleli che lo precedono o lo seguono ad intervalli eguali a TV, ossia eguali alla lunghezza d'onda. Nel medesimo istante, entro ciascuno di questi intervalli, le due forze hanno valori diversi da luogo a luogo, secondo le ordinate d'una sinusoide avente per asse la Ox. Per sapere in quali condizioni è il dielettrico negli istanti successivi, basterà immaginare che la sinusoide si sposti nella direzione Ox colla velocità V.

Analogamente, le equazioni:

$$X=0, \quad Y=0, \quad Z=\cos\theta,$$
$$L=0, \quad \sqrt{\mu}M=\sqrt{\varepsilon}\cos\theta, \quad N=0,$$

rappresenteranno un'onda a vibrazioni elettriche dirette secondo Oz, che si propaga nella direzione Ox, ma che ha sulla precedente un ritardo di fase d'un quarto d'onda.

Facendo coesistere i due sistemi, cioè ponendo:

$$X=0, \quad Y=\operatorname{sen}\theta, \quad Z=\cos\theta,$$
$$L=0, \sqrt{\mu}M=\sqrt{\varepsilon}\cos\theta, \quad \sqrt{\mu}N=-\sqrt{\varepsilon}\operatorname{sen}\theta,$$

si avrà un'onda a vibrazioni circolari. cioè un'onda analoga a quelle che in ottica ricevono la stessa denominazione. Componendo le forze elettriche Y e Z in un'unica forza E, e così le forze magnetiche M ed N in una sola F, è chiaro che si avrà $E=1$, $\sqrt{\mu}F=\sqrt{\varepsilon}$. Dunque le due forze hanno in questo caso intensità costante. Ciò che varia è la loro direzione. Infatti E fa con AZ, ed F fa con AY, un angolo $\theta=\frac{2\pi}{T}\left(t-\frac{x}{V}\right)$. Ciò posto, ecco come si può immaginare lo stato del dielettrico in cui si propaga l'onda a vibrazioni circolari. Ad un dato istante nei vari punti d'un piano, per esempio passante per A, perpendicolare alla direzione di propagazione, le due forze E ed F, fra loro ortogonali, hanno una certa direzione, ed hanno la stessa direzione ed intensità in tutti i piani paralleli al primo e distanti da quello d'un multiplo intero di TV, cioè di lunghezza d'onda. Infatti aumentando x di un multiplo intero di TV, θ varia d'un numero intero di volte 2π. Nei piani intermedi le intensità sono ancora le stesse, ma la direzione delle forze è diversa, avendo θ valori proporzionali ad x. Se dunque per ogni punto A della retta Ox si imagina condotta una retta AE rappresentante la forza elettrica, le estremità E delle rette così tracciate formeranno un'elica di passo eguale alla lunghezza d'onda. Un'elica simile, ma spostata angolarmente di 90° intorno all'asse Ox, darà idea della distribuzione della forza magnetica F nell'istante considerato.

Se ora si vuol conoscere come variano col tempo le due forze nel dielettrico, basta evidentemente supporre che le due eliche assumano una traslazione nella direzione Ox colla velocità V.

Si puó dunque dire che un raggio di forza elettrica a vibrazioni circolari, costituisce un campo rotante, come quelli studiati dal Ferraris, in pari tempo elettrico e magnetico, nel quale peró ad un istante qualunque la direzione delle forze é diversa nei vari punti dell'asse con legge elicoidale. Si potrebbe insomma considerare un raggio a vibrazioni circolari, come un campo ruotante che si propaga nel senso del proprio asse.

Infine, non sarà ora difficile concepire un raggio elittico. In questo caso varieranno, col tempo e col luogo considerato, tanto l'intensità delle due forze che le loro direzioni.

I tentativi da me fatti per ottenere, sia da un raggio di forza elettrica a vibrazioni circolari, sia da un intenso raggio di luce polarizzato circolarmente, gli effetti noti dei campi ruotanti, non mi hanno finora condotto a risultati soddisfacenti, anche adoperando corpi delicatamente sospesi a fili finissimi di quarzo.

33. **Riflessione sul legno.** Avendo constatato, come sarà detto più avanti, che il legno in generale, e specialmente quello di abete (fra quelli che avevo sotto mano), trasmette le vibrazioni elettriche con diversa intensità, secondo che le sue fibre sono parallele o perpendicolari alla direzione delle vibrazioni elettriche, ho pensato che secondo ogni probabilità delle analoghe differenze si sarebbero manifestate nella riflessione delle ondulazioni sul medesimo corpo.

Per queste esperienze é opportuno adoperare dei blocchi d'abete in forma di parallelepipedi, con due delle faccie perpendicolari alle fibre. In quelli, dei quali mi sono servito, due delle faccie parallele alle fibre sono quadrati di 40 c. di lato, mentre gli altri spigoli sono lunghi 5,7 c. oppure 11,4 c.. La riflessione si effettua sopra una delle grandi faccie, mettendo il pezzo sul disco girevole della fig. 3 in modo che una delle faccie piccole gli serva di base d'appoggio. Secondo la faccia sulla quale il legno riposa, le fibre di questo saranno o verticali od orizzontali, cioé o perpendicolari o parallele al piano di riflessione.

Col metodo *b*) del § 9, e cioé leggendo sempre l'angolo di cui devesi girare il risonatore per estinguere le scintille, si riconosce che l'intensità della radiazione riflessa, oltre che dal valore i dell'angolo d'incidenza e dall'azimut α (fig. 14) della vibrazione incidente, dipende anche dalla direzione delle fibre del legno. Ecco, per esempio, i risultati d'una serie di esperienze fatte col blocco grosso 11,4 c. e con incidenza i di 45°.

Le vibrazioni incidenti erano dapprima parallele al piano di riflessione

(cioè l' oscillatore aveva il suo asse orizzontale). Per estinguere le scintille, si dovè girare il risonatore di 13° o di 32°, secondo che le fibre del legno erano verticali od orizzontali, a partire dalla direzione orizzontale del risonatore stesso.

Dunque il legno riflette meglio, in questo caso, allorché le sue fibre sono orizzontali, che quando sono verticali, ed anzi il rapporto delle ampiezze nei due casi è $\frac{\cos 13^\circ}{\cos 32^\circ} = 1{,}15$.

Girato quindi l' oscillatore di 90° intorno al suo asse di rotazione, in modo che le vibrazioni incidenti divenissero verticali, e quindi perpendicolari al piano di riflessione, si dovette girare di 74° il risonatore, a partire dalla direzione verticale, per estinguere le scintille, se le fibre del legno erano verticali, e di 68° se erano orizzontali.

Qui il legno riflette meglio allorché è posto colle fibre verticali. Il rapporto delle ampiezze nei due casi è 1,36; il fenomeno è dunque non solo inverso, ma anche più marcato, in questo caso, rispetto al caso precedente.

Un reticolo di fili metallici paralleli si comporterebbe come il legno, salvo che la radiazione riflessa sarebbe nulla nei casi in cui col legno ha semplicemente minore intensità. Sembra dunque che il comportamento speciale del legno si debba alla circostanza, che in esso è assai maggiore la conducibilità nel senso delle fibre che in direzione a queste perpendicolare, come dimostrò elegantemente il Villari (1).

Variando i il fenomeno non varia sostanzialmente; solo sembra che col crescere di i l' influenza dell' orientazione delle fibre diminuisca.

Dal momento che il disporre orizzontalmente le fibre del legno favorisce la riflessione delle vibrazioni orizzontali e che il porle verticalmente favorisce la riflessione delle vibrazioni verticali, l' orientazione della vibrazione riflessa deve dipendere dalla direzione delle fibre, se la vibrazione incidente è obbliqua. È quanto diffatti si osserva.

Per esempio con $i = 45°$, ed $\alpha = 45°$, cioè con vibrazioni incidenti inclinate a 45° verso sinistra, l' azimut β della vibrazione riflessa fu trovato di $-10°$ col legno a fibre verticali, e $-28°$ col legno a fibre orizzontali. Con $i = 60°$, si ebbe nei due casi rispettivamente $+25°$ e $+34°$. Il segno $+$ fa vedere che con $i = 60°$ era oltrepassata l' incidenza principale. Ma indipendentemente dal segno, β fu minore sempre nel caso delle fibre verticali.

Nel Cap. VI si esamineranno i fenomeni prodotti dal legno nella trasmissione delle vibrazioni elettriche.

---

(1) *Pogg. Ann.* v. 133, p. 400.

34. **Altre esperienze di riflessione.** Accennerò ora rapidamente ad altre esperienze di riflessione, alcune delle quali fanno risaltare il comportamento del vetro nella riflessione delle onde elettriche, comportamento diverso da quello di altri dielettrici, come la paraffina o lo zolfo (§ 20).

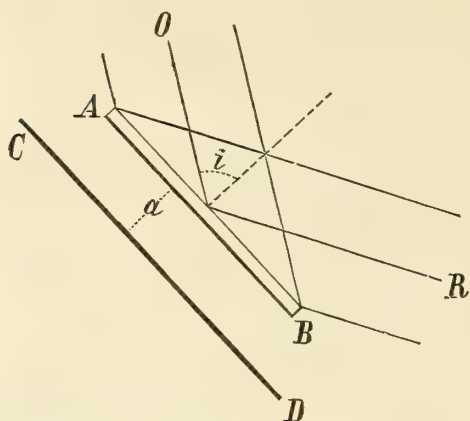



Fig. 17

Si faccia riflettere il fascio di radiazioni che partono dall' oscillatore O sopra una lamina a faccie parallele AB (fig. 17), e si ricevano nel risonatore R munito del suo riflettore. Se la lamina AB è assai sottile, per esempio è grossa 1 c., ed è formata di paraffina o di solfo, il fascio riflesso è assai poco intenso, specialmente poi nel caso in cui le vibrazioni incidenti sieno parallele al piano di riflessione.

Si aggiunga ora una lastra metallica CD parallela ad AB, ed a distanza variabile a da questa lastra.

L' effetto nel risonatore sarà in generale assai aumentato, tanto se le vibrazioni incidenti sono perpendicolari quanto se sono parallele al piano di riflessione, ma più in questo secondo caso che nel primo. Ciò è ben naturale, giacchè le radiazioni che traversano la lastra AB si riflettono sulla lastra metallica, e dopo avere traversato di nuovo il dielettrico giungono al risonatore.

Si nota però, che allorquando le vibrazioni incidenti sono perpendicolari al piano di riflessione, è maggiore l' effetto sul risonatore allorchè la lastra CD non è in contatto della AB, ma bensì ad una certa distanza.

Ripetendo le esperienze con una lastra di vetro da specchio grossa 0,7 c. i risultati sono ben diversi.

Nel caso di vibrazioni incidenti parallele al piano di riflessione, la lastra metallica produce anche qui un notevole aumento nelle scintille del risonatore; ma questo effetto è massimo quando il metallo tocca il vetro. Scostandolo, l' effetto diminuisce sino ad un minimo, per aumentare di nuovo sino ad un massimo, allorchè si continua ad aumentare la distanza a. Con incidenze piccole si notano altri minimi e massimi successivi.

Se poi le vibrazioni sul raggio incidente sono perpendicolari al piano d' incidenza, il comportamento del vetro è ancor più differente da quello della paraffina e dello zolfo. Infatti, l' aggiunta della lastra metallica CD in contatto col vetro AB produce una notevole diminuzione nelle scintille del risonatore, anzichè produrre un aumento.

La spiegazione di questi fenomeni esigerebbe ulteriori ricerche speri-

mentali; sembra peró che il modo speciale di comportarsi del vetro da specchi in questa esperienza sia connesso alle altre singolaritá presentate da questo corpo (vedi § 20 e 40).

Un' ultima esperienza di riflessione che qui descriveró é la seguente. Presso l' oscillatore si colloca l' estremitá aperta d' un lungo tubo di ferro da stufa, posto orizzontalmente. Affacciando all' altra estremitá del tubo il risonatore, si vedono in questo vive scintille, anche se la lunghezza del tubo metallico é grandissima.

Le scintille cessano mettendo entro il tubo un disco metallico trasversale, quand' anche col suo contorno non tocchi le pareti; invece non variano se il tubo viene separato in piú parti. L' effetto che si osserva nel risonatore é dunque dovuto alle riflessioni successive delle ondulazioni sulle pareti interne del tubo.

Cogli apparecchi II l' effetto si é manifestato vivissimo con un tubo lungo quanto lo permetteva il locale disponibile. Cogli apparecchi III si seguita a vedere le scintille anche quando il tubo metallico é lungo tre o quattro volte la massima distanza oltre la quale esse ordinariamente spariscono.

È probabile quindi che cogli apparecchi piú grandi si potrebbero far giungere le radiazioni a distanze grandissime entro un lungo tubo metallico.

Il tubo puó non essere rettilineo, per esempio essere formato di pezzi rettilinei uniti ad angoli molto ottusi.

L' esperienza rassomiglia ad una che sará descritta piú oltre, nella quale la riflessione é totale, ed ha luogo entro un dielettrico solido (§ 37).

CAPITOLO V.

Rifrazione e riflessione totale.

---

35. **Prisma, lastra a faccie parallele, lenti.** L' esperienza classica di Hertz col prisma d' asfalto, si puó agevolmente riprodurre cogli apparecchi descritti nella Parte prima; ma siccome la lunghezza d' onda é in tal caso assai piú piccola che nell' esperienza di Hertz, non vi é inconveniente ad adoperare prismi di dimensioni molto piú piccole. Per esempio cogli apparecchi III il prisma puó essere grande all' incirca come quelli adoperati in Ottica.

Il prisma si collocherá sul disco girevole S della fig. 3, in modo che la faccia d' ingresso delle radiazioni passi per l' asse di rotazione del disco

stesso, mentre il risonatore si collocherà sul braccio mobile TU. La graduazione del disco S farà conoscere l'angolo d'incidenza i delle radiazioni sul prisma, e la graduazione tracciata sulla tavoletta PQ darà l'angolo di deviazione d. Se si indica con A l'angolo rifrangente del prisma, si può calcolare l'indice di rifrazione n della sostanza di cui è formato, colla formola:

$$n^2 \operatorname{sen}^2 A = \operatorname{sen}^2 i + \operatorname{sen}^2 (d + A - i) + 2 \operatorname{sen} i \operatorname{sen} A \operatorname{sen} (d + A - i),$$

la quale si stabilisce con facili considerazioni geometriche.

Per calcolare n occorre conoscere dunque gli angoli A, i, d. Il primo si calcola misurando i lati della sezione del prisma. In generale feci $A = 30°$. Il secondo ed il terzo si leggono, come si è detto, sulle graduazioni, dopo avere spostato il braccio mobile che sostiene il risonatore, sinché le scintille, che in esso si osservano intanto, assumano la massima vivacità, seguendo le norme date in c) § 9.

Con prismi di solfo, o paraffina, trovai per n valori poco diversi da quelli trovati col metodo d'interferenza (§ 15). Ripetendo la misura coi prismi, i valori di n oscillarono intorno a quelli già adottati. Un prisma di pece greca diede il valore $n = 1{,}6$.

Con un medesimo prisma non ho trovato nessun indizio di dispersione, adoperando volta a volta gli apparecchi I, II e III, cioè onde lunghe da 20 c. a 2,6 c. Le piccole differenze che potei osservare erano assai minori degli errori probabili di misura.

Un blocco di paraffina a faccie parallele grosso circa 20 c., deve spostare parallelamente a sé stessa la radiazione elettrica, che lo attraversa sotto un'incidenza di 45°, di circa 6 c., ammesso il valore 1,43 per l'indice di rifrazione di quella sostanza. Un tale spostamento si può mettere in evidenza sperimentalmente. Infatti, messo il risonatore esattamente di fronte all'oscillatore, e poi interponendo la paraffina, si nota un lieve affievolimento delle scintille; ma queste riprendono la primitiva vivacità spostando lateralmente, appunto di circa 6 c., il risonatore, e nel senso previsto.

Lodge e Howard raccolsero le radiazioni sopra una lente cilindrica piano-convessa di pece ed osservarono qualche indizio di convergenza operata dalla lente. Una lente cilindrica piano-convessa di paraffina mi ha dato esattamente i medesimi risultati; soltanto nel caso mio la lente può avere dimensioni di gran lunga minori. Onde una tal lente concentri esattamente nella linea focale le radiazioni parallele che cadono normalmente sulla sua faccia piana, è necessario che la sezione trasversale della faccia cilindrica sia un arco di iperbole, la cui eccentricità sia eguale all'indice di

rifrazione della sostanza di cui la lente è formata. In tal caso le radiazioni convergeranno nella retta, parallela alle generatrici della faccia cilindrica, e passante per quel fuoco dell' iperbole che è il più lontano dalla detta faccia.

Ho ottenuto effetti simili con lenti piano-convesse di paraffina e di solfo, non più cilindriche, ma di rivoluzione. La curva meridiana è una porzione di iperbole; ma ho riconosciuto che praticamente si comporta esattamente lo stesso una lente di cui la faccia convessa sia sferica. In tal modo l' esperienza rassomiglia di più alla corrispondente esperienza ottica. Una lente piano-convessa di 32 c. di diametro, grossa nel mezzo circa 7 c. e di 50 c. di distanza focale produce effetti abbastanza soddisfacenti. Infatti un risonatore senza riflettore e tenuto a mano, che si faccia muovere al di là della lente, s' illumina assai quando è entro il cono formato dalle radiazioni da essa rifratte, cioè entro il cono che ha per base la lente e per vertice il fuoco. Si riconosce pure l' esistenza del cono divergente, prolungamento del primo al di là del fuoco. La vivacità delle scintille nel risonatore, allorchè è portato presso il fuoco, è visibilmente maggiore di quando è più prossimo alla lente. Però le scintille non cessano subito allorchè si fà escire dal cono il risonatore, ciò che certo si deve alla diffrazione.

36. **Polarizzazione per rifrazione, pila di lastre.** Come nel caso già studiato della riflessione, anche in quello della rifrazione le radiazioni elettriche si comportano naturalmente come la luce polarizzata. Qui pure si riconosce che la forza elettrica è perpendicolare al piano di polarizzazione.

Come nel caso della luce, una semplice lastra a faccie parallele dà fenomeni poco marcati, quantunque visibili. Così, basta porre fra l' oscillatore ed il risonatore una lastra dielettrica (che si poserà verticalmente sul disco S della fig. 3), ed inclinarla (girando S) in modo che le radiazioni la incontrino obbliquamente, per riconoscere che la radiazione trasmessa è più intensa allorchè le vibrazioni incidenti sono parallele al piano di rifrazione, che quando sono perpendicolari a questo piano. Così pure si riconosce che le vibrazioni subiscono una rotazione, allorquando lungo il raggio incidente hanno una direzione intermedia alle due definite or ora.

Ma gli effetti aumentano, come nel caso dell' Ottica, allorchè invece di una, si collocano fra l' oscillatore ed il risonatore parecchie lastre dielettriche parallele. Un tal sistema di lastre potrà chiamarsi *pila di lastre*, giacchè è analogo alle pile di lastre (di vetro o di mica) adoperate come polarizzatori o come analizzatori nelle esperienze d' ottica.

Tre lastre di paraffina danno già effetti evidentissimi. Quelle da me adoperate sono lunghe 50 c. (secondo i lati orizzontali), alte 20 c. e grosse

5. c., e mantenute entro sottili cornici di legno. La figura 18 mostra come le tre lastre, ab, a_1b_1, a_2b_2, devono essere collocate fra l'oscillatore O ed il risonatore R, in modo da essere verticali e parallele fra loro. L'angolo d'incidenza i si farà eguale a 55°, che è sensibilmente l'angolo di polarizzazione per la paraffina.

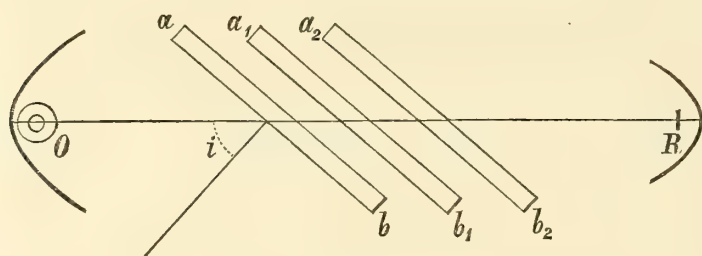



Fig. 18

Se l'oscillatore è disposto come nella figura, e cioè le vibrazioni elettriche sono perpendicolari al piano di rifrazione, le scintille in R sono assai deboli; ma divengono vivacissime se si fanno girare di 90° tanto O che R intorno ai loro assi di rotazione, che sono nella direzione OR, rendendo così le vibrazioni parallele al piano di rifrazione.

Si può variare l'esperienza, lasciando fisso l'oscillatore in una posizione intermedia alle due assunte nell'esperienza precedente, e precisamente a 45°. Mettendo allora il risonatore ora verticale ora orizzontale, si constata che le scintille sono assai più vive nel secondo caso che nel primo. Ora, siccome nella prima posizione del risonatore non si ha che l'effetto della componente verticale della vibrazione incidente, e nella seconda quello della componente orizzontale, e queste due componenti sono eguali, così questa esperienza è equivalente all'altra prima descritta.

Se poi, lasciando l'oscillatore a 45° si cerca col risonatore l'azimut della vibrazione che emerge dalle lastre, si riconosce come questa non è più a 45° col piano di rifrazione, ma fa con questo un angolo minore. Le vibrazioni si avvicinano dunque al piano di rifrazione, come accade appunto nella corrispondente esperienza ottica.

Se si adoperano sette od otto lastre invece di tre, le vibrazioni perpendicolari al piano di rifrazione sono estinte quasi completamente, giacchè non veggonsi scintille nel risonatore, quand'anche abbia la maggior possibile sensibilità.

37. **Riflessione totale.** Con prismi a sezione di triangolo rettangolo isoscele, formati con paraffina o con solfo, ho ottenuto, nel modo più evidente, il fenomeno della riflessione totale. Siccome gli indici di queste due sostanze per le radiazioni elettriche sono maggiori di $\sqrt{2}$, così l'angolo limite è per esse minore di 45°, ed un prisma rettangolo deve dare l'effetto, che dà un prisma di vetro a riflessione totale colle radiazioni luminose.

I prismi adoperati hanno tali dimensioni, che le faccie formanti l'angolo diedro retto sono quadrate ed hanno circa 17 c. di lato. Natural-

mente potrebbero essere assai più grandi; ma anche colle dimensioni indicate servono bene, specialmente cogli apparecchi II, purché con un diaframma metallico *DE* (fig. 19), avente un' apertura di 14 c. di diametro, si limiti opportunamente il fascio di radiazioni che parte dall' oscillatore *O*. Il prisma *ABC* riceve normalmente, sopra una delle faccie *AC* dell'angolo retto, le radiazioni. Se il risonatore é in R_2, non si vedono in esso scintille; neppure compaiono spostandolo lateralmente in un senso qualunque. Invece, il risonatore mostra vivaci scintille, come se fosse in R_2 ed il prisma fosse soppresso, se é collocato in R, e cioé rivolto verso la seconda faccia *AB* dell' angolo retto del prisma. Si ha dunque sulla faccia ipotenusa *BC* la riflessione totale. Basta applicare la mano alla faccia *BC* o meglio una grossa lastra dielettrica, per ottenere una diminuzione nelle scintille, e cioé per fare sí che la riflessione non sia più totale.

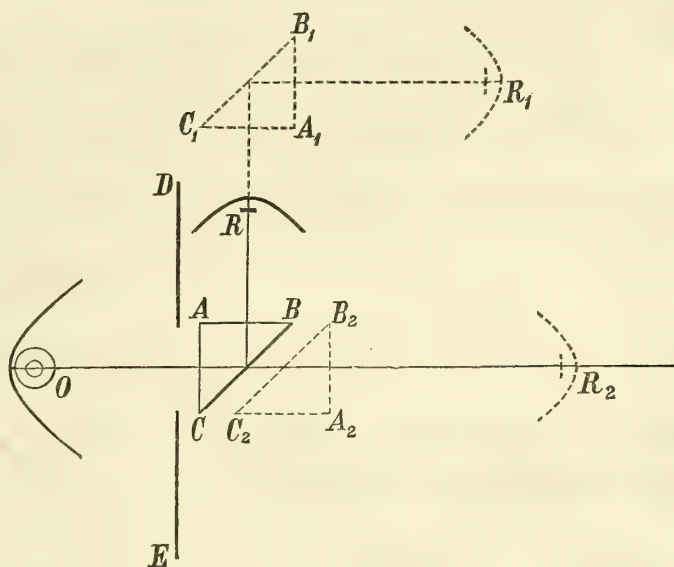
Si puó aggiungere un secondo prisma $A_1B_1C_1$ disposto in modo che, in seguito ad una seconda riflessione totale, le radiazioni assumano una direzione parallela a quella che avevano uscendo dall' oscillatore. Il risonatore si collocherá allora in R_1. Se la distanza fra i due prismi é abbastanza grande, non v' é inconveniente a sopprimere il diaframma *DE*.

Fig. 19

Si producono fenomeni interessanti mettendo in seguito al prisma *ABC* un secondo prisma di egual forma $A_2B_2C_2$, in modo che quando le due faccie ipotenuse si toccano, i due prismi formino un cubo.

Se le due faccie *BC* e B_2C_2 sono abbastanza lontane, nulla é cambiato nell' esperienza, e cioé si hanno vive scintille in R, e nulla affatto in R_2. Ma se si diminuisce poco a poco la distanza fra i due prismi, si osserva che le scintille in R scemano poco a poco d' intensitá, mentre si presentano scintille in R_2 con crescente vivacitá. Quando i due prismi sono assai vicini, le scintille in R sono sparite e quelle in R_2 sono vivacissime. I due prismi, benché solo assai vicini e non in contatto, si comportano dunque come un cubo intero.

La distanza fra *BC* e B_2C_2 per la quale comincia a manifestarsi l' in-

fluenza del secondo prisma é di circa 5,3 c., se si adoperano gli apparecchi II pei quali $\lambda = 10,6$ c. Quella distanza é dunque sensibilmente eguale a mezza lunghezza d' onda.

Risulta da queste esperienze che nei fenomeni di riflessione e di rifrazione alla superficie di separazione fra due diversi corpi, prendono parte entrambi i corpi per uno spessore, che nel caso dell' esperienza descritta, é di almeno mezza lunghezza d' onda. Del resto un analogo fenomeno si osserva in Ottica, allorché si mettono in contatto le faccie ipotenuse di due prismi di vetro a riflessione totale (1).

Sorge da ció il sospetto, che l' essere debolissima la riflessione prodotta da lamine dielettriche sottilissime (come lamine di paraffina o di solfo assai piú sottili delle P_1 ed S_1 del § 20), non si debba soltanto alla interferenza fra le radiazioni riflesse dalla prima faccia e quelle riflesse internamente una o piú volte, ma anche ad un vero indebolimento d' ogni singola riflessione.

Ho dato un' altra forma all' esperienza della riflessione totale, imitando il noto fenomeno ottico delle fontane luminose.

Serve all' esperienza un lungo pezzo di paraffina, parte diritto e parte curvo, ottenuto per fusione entro un canale della forma *abcfed* (fig. 20). La larghezza del canale, come pure la sua profonditá, erano di 8 c., mentre la parte diritta *ab* era di 80 c., ed i quadranti *ef*, *bc* avevano rispettivamente 40 c. e 32 c. di raggio. La lunghezza totale da *ad* fino a *cf* del pezzo di paraffina era dunque di circa 136 c. L'oscillatore III si pone di fronte ad una delle faccie estreme *ad*, *cf*, ed il rispettivo risonatore di fronte all' altra. In tali condizioni si veggono vive scintille nel risonatore, benché le radiazioni percorrano entro la paraffina una distanza assai maggiore di quella alla quale cogli apparecchi III esse cessano di essere percettibili. Sono anzi cosí vive che si comprende che l' esperienza riescirebbe anche con un percorso alquanto maggiore entro la paraffina.

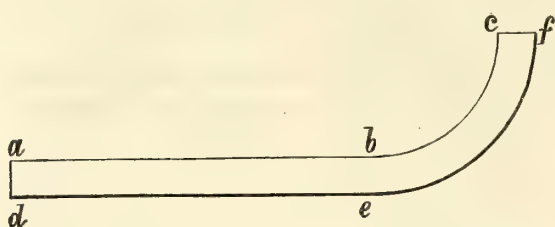



Fig. 20

Se si applicano le mani o altri corpi estranei in contatto della parte *ef* della paraffina, le scintille scemano ben tosto, come era prevedibile. Inoltre un risonatore, anche se sensibilissimo, non si eccita menomamente se lo si accosta alla paraffina in qualunque altra parte che non sia quella sup-

(1) Quincke, *Pogg. Ann.* t. 127, p. 1, 199.

posta. Conviene però usare l' avvertenza di porre fra la paraffina e l' oscillatore un diaframma metallico munito d' una apertura più piccola che la faccia per la quale le radiazioni devono entrare nella paraffina. Senza questa precauzione un risonatore potrebbe essere eccitato direttamente dall' oscillatore.

Collo stesso pezzo di paraffina l' esperienza riesce benissimo anche adoperando gli apparecchi I o II. Naturalmente adoperando questi apparecchi si potrebbe fare l' esperienza con una colonna dielettrica di lunghezza grandissima.

38. **Polarizzazione per riflessione totale. Costruzione dei prismi a più riflessioni totali.** È noto che quando un raggio di luce polarizzata subisce la riflessione totale, la sua fase cambia, e questo cambiamento è differente secondo che il piano di polarizzazione è parallelo o perpendicolare al piano di riflessione. Ne consegue una certa differenza di fase fra le due componenti della vibrazione riflessa, quando la vibrazione incidente è inclinata sul piano di riflessione, e perciò la luce riflessa totalmente è in generale a vibrazioni elittiche.

Se δ è la differenza di fase suddetta, allorchè la riflessione totale avviene sotto l' angolo di incidenza i entro un corpo d' indice n, sussiste fra queste quantità la seguente relazione:

$$4n^2 \operatorname{sen}^2 i = (n^2+1)(1+\cos\delta) \pm \sqrt{(1+\cos\delta)\left[(n^2+1)^2(1+\cos\delta) - 8n^2\right]} \text{ (1)},$$

la quale permette di calcolare il valore dell' angolo d' incidenza i necessario a produrre una certa differenza di fase δ fra le due componenti della vibrazione.

Se la vibrazione incidente è inclinata di 45° sul piano di riflessione, essa si scinde in due componenti fra loro eguali, dirette l' una nel piano di riflessione e l' altra perpendicolarmente; e se inoltre l' angolo i è tale che si abbia $\delta = \frac{\pi}{2}$, cioè che la differenza di fase fra le due componenti corrisponda ad una differenza di cammino di un quarto d' onda, il raggio riflesso diviene a vibrazioni circolari.

È in questo modo che Fresnel ottenne per riflessione totale raggi a vibrazioni circolari, ed è pure in questo modo che sono giunto ad ottenere nuovamente dei raggi di forza elettrica a vibrazioni circolari. Per avere raggi a vibrazioni elittiche basta poi far sì che le ampiezze delle

---

(1) Vedi p. es. Billet, *Traité d' Optique Physique*, t. II, pag. 112.

due componenti cessino di essere eguali, inclinando di un angolo diverso da 45° la vibrazione incidente.

Se nella formola scritta si fa $\delta = \frac{\pi}{2}$, si trovano valori reali per i solo a patto che sia $(n^2+1)^2 > 8n^2$. Nessun corpo trasparente, che si presti all'esperienza, ha un indice tale da soddisfare a questa ineguaglianza, e neppure vi soddisfano gli indici 1,43 ed 1,87 che hanno la paraffina e lo zolfo per le onde elettriche, per cui non é possibile ottenere con una riflessione totale la polarizzazione circolare. Fresnel ricorse a due, tre o più riflessioni totali con piano di riflessione comune, facendo i tale che δ sia eguale alla metà, al terzo ecc. di $\frac{\pi}{2}$, e lo stesso ho dovuto far io per adoperare i due dielettrici ora nominati.

Se non che, nel caso della paraffina bisogna adoperare almeno tre riflessioni totali, mentre bastano due nel caso dello zolfo. Infatti, se $\delta = \frac{\pi}{4}$, onde il radicale sia reale occorre che si abbia $(n^2+1)^2\left(1+\cos\frac{\pi}{4}\right) > 8n^2$, il che avviene se per n si prende l'indice dello zolfo, ma non se per n si prende quello della paraffina. Ho quindi costruito, per fusione in appositi stampi, un blocco di paraffina di forma prismatica, la cui base é un trapezio isoscele $ABCD$ (fig. 21) e un blocco di solfo di forma prismatica a

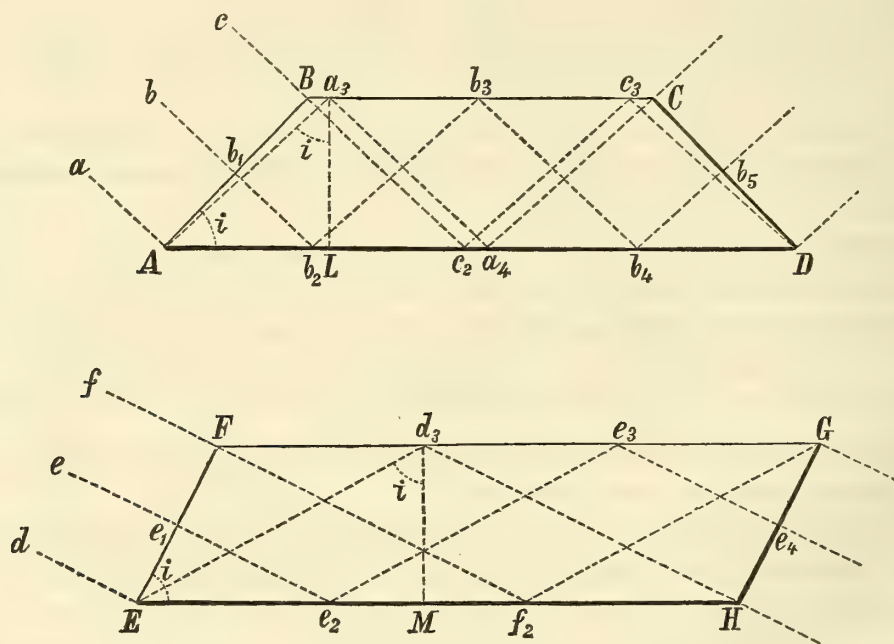



Fig. 21

base di parallelogrammo $EFGH$. Il prisma di solfo fu lasciato quale era uscito dallo stampo; ma quello di paraffina fu accuratamente piallato, onde

le sue faccie fossero ben piane e liscie, ed avessero esattamente le volute inclinazioni reciproche.

Nel prisma di paraffina i raggi paralleli come aA, bb_1, cB, entrano dalla faccia AB normalmente, subiscono in Ab_2c_2 una prima riflessione totale, sotto una incidenza i eguale evidentemente all' angolo BAD, si riflettono di nuovo totalmente in $a_3b_3c_3$, poi una terza volta in a_4b_4D, ed infine escono normalmente dalla faccia CD.

Nel secondo, i raggi paralleli, come dE, ee_1, fF, che entrano normalmente dalla faccia EF, subiscono una riflessione totale in Ee_2f_2, una seconda in d_3e_3G, e poi escono normalmente dalla faccia GH.

I due prismi agiscono dunque esattamente come i noti parallelepipedi di Fresnel.

Per calcolare le loro dimensioni ho proceduto nel modo seguente.

Pel prisma di paraffina $ABCD$, ho prima calcolato l' angolo i, ponendo nella formola $\delta = \frac{\pi}{6}$ ed $n = 1{,}43$. Con questi dati la formola dà (in causa del doppio segno) $i = 67^\circ\ 45'$ ed $i = 46^\circ\ 52'$. In ottica si sceglie il maggiore dei due valori di i onde avere minor dispersione. Non essendovi qui tal motivo di preferenza ho adottato $i = 46^\circ\ 52'$ perché, a parità di grandezza delle faccie d' ingresso e di uscita delle radiazioni, il prisma acquista minor volume che adottando l' altro valore di i.

Indicando con a la lunghezza dei lati AB, CD del trapezio, si ha dalla figura, per l' altezza del medesimo $a_3L = a \operatorname{sen} i$; e per le lunghezze delle basi:

$$AD = 4AL - Ba_3, \quad BC = 2AL + Ba_3.$$

Ora

$$AL = a\frac{\operatorname{sen}^2 i}{\cos i}, \quad Ba_3 = AL - a\cos i,$$

onde

$$AD = a\frac{3\operatorname{sen}^2 i + \cos^2 i}{\cos i}, \quad BC = a\frac{3\operatorname{sen}^2 i - \cos^2 i}{\cos i}.$$

Nel mio prisma $a = 27{,}2$, per cui si trova $a_3L = 19{,}86$ c., $AD = 82{,}14$ c., $BC = 44{,}98$ c. Siccome poi l' altezza del prisma, di cui il trapezio $ABCD$ è la base, è eguale ad a, si ha pel suo volume l' espressione $\frac{3a^3 \operatorname{sen}^3 i}{\cos i}$, cioè 34320 c. c.

Pel prisma di solfo, bisogna porre nella formola $\delta = \frac{\pi}{4}$ ed $n = 1{,}87$. Si trovano per i i valori $33^\circ\ 49'$, $62^\circ\ 34'$. Ho adottato $i = 62^\circ\ 34'$. Avendo poi voluto che le faccie d' ingresso e d' uscita delle radiazioni fossero quadrate,

e di 23 c. di lato, i lati EF e GH del parallelogrammo $EFGH$ hanno la lunghezza $a = 23$. L' altezza d_3M ed i lati maggiori del parallelogramma sono dati dalle formole $d_3M = a \operatorname{sen} i$, $EH = \frac{2a \operatorname{sen}^2 i}{\cos i}$, ed il volume del prisma è $\frac{2a^3 \operatorname{sen}^3 i}{\cos i}$. Coi valori adottati per a ed i si trova $d_3M = 20{,}4$ c., $EH = 78{,}7$ c. e pel volume 36940 c. c.

Tali sono le dimensioni che ho definitivamente dato ai due prismi, coi quali si effettuano le esperienze descritte nel paragrafo seguente.

39. **Produzione di raggi di forza elettrica polarizzati circolarmente, o elitticamente.** Per ottenere un raggio polarizzato circolarmente, bisogna collocare uno dei prismi della fig. 21 davanti all' oscillatore, in modo che le radiazioni, che partono dal riflettore di questo, cadano normalmente sulla faccia AB, oppure EF del prisma. Di fronte alla faccia CD, oppure GH, si colloca il risonatore, in modo che il suo asse di rotazione sia perpendicolare alla faccia stessa, e quindi nella direzione delle radiazioni che emergono dal prisma. Se si adopera il prisma di solfo a due riflessioni, le radiazioni che emergono dalla sua faccia GH sono parallele alle vibrazioni incidenti, e perciò può accadere che il risonatore venga eccitato dalle radiazioni che passano in vicinanza del prisma senza entrarvi. Per escluderle basta però porre fra l' oscillatore ed il prisma, e assai vicino a questo, un largo diaframma metallico avente un' apertura non più grande della faccia EF ed in corrispondenza di questa. Il diaframma è inutile col prisma a tre riflessioni, il che è un piccolo vantaggio. Ma anche all' infuori di ciò il prisma di paraffina è superiore a quello di solfo, per la nettezza e la precisione dei fenomeni che produce.

Messo così a posto l' uno o l' altro dei due prismi, si inclina l' oscillatore in modo che il suo asse di figura faccia un angolo di 45° coi piani delle basi del prisma, ai quali piani è parallelo il piano delle riflessioni che hanno luogo entro di esso. Se allora si osservano le scintille del risonatore, ed in pari tempo lo si fa girare intorno al proprio asse, si riconosce che le scintille stesse conservano una intensità costante. È ciò appunto che doveva osservarsi se, in causa delle riflessioni totali entro il prisma, le radiazioni escono da esso polarizzate circolarmente.

Se le radiazioni polarizzate circolarmente che escono dal prisma, si fanno entrare in un altro, esso pure costituito in modo da trasformare un raggio a vibrazioni rettilinee in uno a vibrazioni circolari, avviene la trasformazione inversa, e all' uscita dal secondo prisma la radiazione è di nuovo a vibrazioni rettilinee, inclinate a 45° sul piano delle riflessioni. L' esperienza si può eseguire per esempio facendo prima entrare le radia-

zioni nel prisma di solfo, poi in quello di paraffina. Il risonatore, che riceve le radiazioni elettriche uscenti dal secondo prisma, mostra infatti vive scintille quando è inclinato a 45° da una certa parte col piano delle riflessioni, mentre allontanandolo angolarmente da quella orientazione, mostra scintille di più in più affievolite.

Uno dei prismi descritti può dunque servire a riconoscere se un raggio di forza elettrica è polarizzato circolarmente, ed appunto mi ha servito in tal modo in una esperienza del § 32.

Se nell' esperienza descritta più sopra le vibrazioni che entrano nel prisma formano col piano delle riflessioni totali un angolo di 0° o di 90°, la radiazione resta a vibrazioni rettilinee, per ragione di simmetria. L' esperienza lo conferma, giacchè il risonatore, salvo l' intensità dell' effetto, si comporta come se, tolto il prisma, ricevesse direttamente le radiazioni dall' oscillatore.

Se poi le vibrazioni incidenti fanno col piano delle riflessioni un angolo compreso fra 0° e 90° e diverso da 45°, il raggio emergente deve essere a vibrazioni elittiche. Uno degli assi dell' elisse sarà parallelo, e l' altro perpendicolare, al piano di riflessione, e l' elisse stessa sarà tanto più allungata, quanto più il valore del suddetto angolo sarà vicino a 0° od a 90°. Se quell' angolo è $< 45°$ l' asse maggiore dell' elisse sarà parallelo al piano di riflessione; se è > 45 sarà perpendicolare a questo piano.

Tutto ciò è d' accordo colle esperienze. Diffatti, salvo quando le vibrazioni incidenti formano un angolo assai vicino a 0° od a 90° col piano d' incidenza, nei quali casi è difficile riconoscere che le vibrazioni sono elittiche e non rettilinee, negli altri casi il risonatore mostra scintille, qualunque sia l' azimut in cui è posto, e queste scintille hanno un massimo d' intensità, quando il risonatore è parallelo o perpendicolare al piano di riflessione, ed un minimo quando è in un azimut perpendicolare a quello del massimo.

Un secondo prisma posto dopo il primo, ristabilirà la polarizzazione rettilinea. Le vibrazioni emergenti saranno dunque rettilinee, ed inclinate, sul piano delle riflessioni, di un angolo eguale e di segno contrario a quello formato col medesimo piano dalle vibrazioni incidenti. Ciò si verifica agevolmente, cosicchè l' analogia coi fenomeni ottici è anche qui completa.

CAPITOLO VI.

Trasmissione delle oscillazioni elettriche attraverso i dielettrici.

40. **Diminuzione d' intensità delle radiazioni dovuta all' interposizione d' una lastra dielettrica.** Se fra l' oscillatore ed il risonatore si colloca una lastra dielettrica a faccie parallele, si nota in generale una leggiera diminuzione delle scintille che si osservano nel secondo di quegli apparecchi, diminuzione che in molti casi si può considerare come dovuta soltanto alla riflessione. Però per alcuni corpi questa diminuzione é considerevole, tanto che si potrebbe attribuire in parte anche ad assorbimento prodotto da essi sulle oscillazioni elettriche.

È necessario in queste esperienze di disporre le cose in modo che i fenomeni descritti nel § 25 non possano prodursi. A questo scopo o dovrà adoperarsi una lamina dielettrica abbastanza grande perché su di essa cada tutto il fascio di radiazioni emesso dallo specchio dell' oscillatore, oppure, quando la lamina abbia piccole dimensioni, si dovrà coprire con essa l' apertura di un grande diaframma metallico posto fra l' oscillatore ed il risonatore. Questa apertura può essere di pochi centimetri di diametro, qualora le distanze del diaframma dall' oscillatore e dal risonatore sieno piccole, senza che cessino le scintille nel secondo di questi apparecchi.

Per avere una idea dell' effetto prodotto da vari dielettrici, si misurerá l' angolo di rotazione α del risonatore capace di produrre l' estinzione delle scintille prima di interporre il dielettrico, poi l' angolo analogo β dopo che il dielettrico é messo in posto. Il rapporto $\cos\alpha : \cos\beta$ sarà eguale al rapporto delle ampiezze d' oscillazione nei due casi. Ecco i valori di questo rapporto per diversi dielettrici.

Ebanite (grossezza 4 c.), *paraffina* (grossezza 17 c.) e *salgemma* (grossezza 5 c. circa). Non si ha sensibile differenza fra α e β, anzi in qualche caso sembra essere β alcun poco maggiore di α (cioé che potrebbe essere attribuito alla non completa eliminazione dei fenomeni descritti nel § 25).

Solfo grosso 2,5 c., *Mica* grossa 0,17 c. danno pel rapporto $\cos\alpha : \cos\beta$

il valore 0,9

Vetro da specchi grosso 0,8 c. (*a*) dà il valore. . . 0,63
Una pila di *lastre di vetro* da fotografia (2 c.) . . . 0,9
Gomma lacca (grossa 1,5 c.) 0,8
Porcellana (grossa 0,5 c.) 0,7
Marmo (grossezza 2 c.) 0,6
Selenite (grossa 1 c.) 0,56
Quarzo normale all' asse, grosso 0,8 c. 0,6
Vaschetta di ebanite, contenente uno strato di 1 c.
d' olio d' uliva. 0,77
» di *benzina* 0,95
» di *solfuro di carbonio* 0,96

È certamente degno di nota il grande indebolimento delle radiazioni prodotto dal vetro da specchi, e quello sensibilimente nullo prodotto dal salgemma e dall' ebanite, giacchè questi corpi si comportano in modo simile di fronte alle radiazioni calorifiche. Si sarebbe quindi tentati di ammettere, che l' effetto prodotto dal vetro da specchi, e dagli altri corpi che si comportano analogamente, sia, almeno in parte, dovuto ad assorbimento; ma é facile convincersi che le esperienze riferite non bastano ad autorizzare una tale conclusione.

Ed invero, consideriamo particolarmente il modo di comportarsi del vetro. Si é visto nel § 20 che questo corpo riflette con intensità relativamente grande le radiazioni, anche preso in lamine sottili, e quantunque questo fenomeno non si possa per ora spiegare, risulta da esso nondimeno che le radiazioni trasmesse devono necessariamente essere alquanto meno intense delle radiazioni incidenti.

D' altra parte é chiaro come non sia possibile giudicare del comportamento relativo dei vari dielettrici, finché si prendono sotto forma di lamine sottili, giacché, in causa delle interferenze che si producono fra le radiazioni direttamente trasmesse, e quelle che emergono dopo aver subito delle riflessioni interne, l' intensità della radiazione emergente complessiva é funzione dello spessore e dell' indice di rifrazione delle lastre.

Si potrebbe credere che almeno fosse possibile stabilire se un dato dielettrico assorbe o no sensibilmente le radiazioni, adoperandolo sotto forma di lamina tanto sottile, che la differenza di cammino fra i raggi che l' attraversano direttamente, ed i raggi che ne escono dopo due riflessioni interne, sia una piccola frazione di lunghezza d' onda. In tal caso sembrerebbe

---

(*a*) Rubens e Richter (*Wied. Ann.* t. XL) non osservarono nessuna diminuzione nell' intensità delle radiazioni, ponendo sul cammino di queste una o due lastre di vetro, comunque inclinate.

potersi ammettere che la radiazione trasmessa debba essere sensibilmente eguale a quella incidente, se la lamina non esercita verun assorbimento, e che, se invece si osserva una diminuzione d'intensità, l'assorbimento esista. Ma anche un tal modo di procedere non andrebbe esente da una obbiezione.

Si é visto infatti (§ 37) che nella produzione del fenomeno della riflessione sulla superficie che separa due dielettrici, prendono parte probabilmente anche quelle porzioni dei due corpi, che trovansi a qualche distanza da quella superficie, anzi sino ad una distanza di almeno mezza lunghezza d'onda. Non é dunque lecito ammettere senz'altro, che sulle due superficie d'una lamina, il cui spessore sia assai minore della mezza lunghezza d'onda, la riflessione abbia luogo esattamente come alla superficie d'una lamina assai grossa.

Per esempio, si potrebbe ammettere che nel caso della lamina sottilissima, le radiazioni riflesse da ciascuna delle sue due superficie abbiano intensità assai piccola. In tal ipotesi, l'essere piccolissima la radiazione complessiva riflessa da una lamina dielettrica sottilissima, non si spiegherebbe solo colla interferenza fra i raggi riflessi alla prima superficie, e quelli che si sovrappongono ai primi dopo aver subito una o più riflessioni interne, ma il fenomeno sarebbe dovuto sopratutto alla piccola intensità delle radiazioni riflesse da ciascuna delle due superfici della lamina.

Un mezzo per decidere se una lamina dielettrica assorbe realmente in parte le radiazioni elettriche, potrebbe essere quello di misurare separatamente l'intensità della radiazione incidente, di quella riflessa e di quella rifratta, e vedere se la somma delle due ultime é eguale o minore dell'intensità della radiazione incidente. Se quella somma é minore, ciò indicherà che il corpo ha un potere assorbente, giacché la diffusione sembra doversi escludere quando si adoperino lastre a faccie ben levigate.

Ho fatto alcune misure di questo genere con una lastra di vetro grossa 0,7 c. inclinata a 45° sulle radiazioni, onde rendere più facile la misura della radiazione riflessa. Le radiazioni emesse dall'oscillatore (apparecchi II) passavano per l'apertura circolare larga 16 c. di un diaframma di rame posto a 22 c. dall'oscillatore, poi cadevano sulla lastra, il cui centro era a 23 c. dal diaframma. Il risonatore, che distava circa 30 c. dalla lastra ed era posto sul braccio mobile TU (fig. 3), poteva raccogliere o le radiazioni trasmesse o quelle riflesse, od anche quelle incidenti, togliendo dal suo posto la lastra.

Dicendo α, β, γ, le rotazioni da darsi al risonatore per annullare le scintille, allorché é colpito rispettivamente dalle radiazioni incidenti, dalle riflesse e dalle trasmesse, $\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}$ e $\frac{\cos\alpha}{\cos\gamma}$ saranno le ampiezze delle vibrazioni

riflesse e rifratte, presa come uno quella delle incidenti, e quindi $\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta}$, $\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\gamma}$, le rispettive intensità, presa come uno l' intensità della radiazione incidente.

Dalle misure fatte ottenni per la somma $\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta}+\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\gamma}$ valori poco differenti dall' unità, e troppo variabili da una esperienza all' altra, per poterne trarre qualche utile conseguenza.

In conclusione non si può considerare come dimostrato che la diminuzione d' intensità, che subiscono le radiazioni attraversando certe lamine dielettriche, sia veramente dovuta in parte ad un assorbimento.

Fra le molte esperienze fatte sul comportamento delle lastre di vetro da specchi, descriverò per ultimo anche la seguente, per comprendere la quale bisogna rammentare che due lastre, le quali sieno in contatto fra loro o assai vicine, si comportano come una lastra unica (vedi § 20, *a*). Fra l' oscillatore ed il risonatore, e normalmente alle radiazioni, collocai due lastre di vetro grosse circa 0,7 c., lontane cinque o sei centimetri l' una dall' altra. L' ampiezza delle vibrazioni trasmesse fu 0,38, prendendo come 1 quella delle incidenti. Accostando le due lastre sinché fossero in contatto fra loro, le scintille nel risonatore divennero più vivaci di prima, e l' ampiezza della vibrazione trasmessa raggiunse il valore di 0,87, prendendo sempre come unità l' ampiezza delle vibrazioni incidenti.

41. **Trasmissione delle oscillazioni elettriche attraverso il legno.** Una tavola di legno tagliata parallelamente alle sue fibre indebolisce diversamente le radiazioni, secondo che le fibre stesse sono perpendicolari o parallele alla direzione della forza elettrica. Fui condotto a constatare questo fenomeno dalla considerazione della diversa conducibilità che il legno possiede nelle varie direzioni.

Fra i legni usuali l' abete è quello che offre il fenomeno nel modo il più spiccato.

Uno dei parallelepipedi d' abete, già descritti nel § 33, sia collocato sul disco mobile *S* dell' apparecchio fig. 3, in modo che le sue fibre sieno verticali e che il fascio di radiazioni emesso dall' oscillatore attraversi il legno perpendicolarmente alle sue faccie maggiori.

Se dapprima l' oscillatore dà vibrazioni elettriche orizzontali, e quindi perpendicolari alla direzione delle fibre, si nota un lieve indebolimento delle radiazioni prodotto dal legno. Il rapporto fra l' ampiezza di queste mentre il legno, grosso 11,4 c., era interposto, e l' ampiezza che avevano le radiazioni prima d' interporre il legno, fu trovato in una esperienza eguale a 0,91.

Ridotte le vibrazioni ad essere verticali, il detto rapporto si trovò essere 0,5.

Dunque il legno trasmette con maggior intensità le vibrazioni perpendicolari alle sue fibre, che quelle parallele alle medesime. Lo stesso risultato si ebbe con legni di diverse grossezze.

Siccome si é visto (§ 33) che lo stesso legno riflette più abbondantemente le vibrazioni parallele alle fibre, cosí si vede che i due fenomeni sono in certo modo complementari, come era da prevedere.

Anche nella trasmissione il legno si comporta dunque in modo simile ad un reticolo di fili paralleli; ma fra il legno ed il reticolo esiste questa differenza, che mentre con quest' ultimo le vibrazioni parallele ai fili sono estinte, quelle che nel caso del legno sono parallele alle fibre sono semplicemente più indebolite che quelle dirette perpendicolarmente.

Sperimentando successivamente con pezzi di legno d' abete tolti da una stessa grossa tavola, e di grossezze diverse, si riconosce che il rapporto fra l' ampiezza della radiazione trasmessa e quella della radiazione incidente non diminuisce regolarmente al crescere dello spessore del legno, ma passa per massimi e minimi successivi. Qui si ha evidentemente il fenomeno dell' interferenza colle lamine sottili. Peró con legni assai grossi il detto rapporto diviene assai piccolo.

Si puó constatare la diversa trasmissibilità delle radiazioni perpendicolari o parallele alle fibre, senza muovere l' oscillatore (vedi § 29 *Esp. e*). Basta perció lasciare l' oscillatore inclinato a 45° colla direzione delle fibre del legno, e osservare le scintille nel risonatore, alternativamente posto in direzione perpendicolare e parallela alle fibre medesime. Le scintille saranno sempre più vive nel primo caso che nel secondo.

42. **Polarizzazione elittica prodotta dal legno.** Se si lasciano le cose disposte nel modo or ora descritto, e si fa girare il risonatore intorno al proprio asse, si riconosce che in generale vedonsi scintille qualunque sia la sua orientazione. Soltanto si osserva un massimo di scintille per una certa orientazione del risonatore, ed un minimo per una orientazione perpendicolare alla prima.

La radiazione emergente é dunque a vibrazioni elittiche.

Se la tavola d' abete é piuttosto sottile, per esempio ha 3 c. di spessore, l' elitticità é assai poco manifesta, e ad ogni modo l' azimut dell' asse maggiore dell' elisse é poco inclinato sulla direzione primitiva delle vibrazioni. Con grossezza del legno di più in più grande l' elisse diviene meno eccentrica, ció che si riconosce dal fatto che diventa meno differente la vivacità delle scintille nel risonatore, allorché questo é orientato secondo l' asse maggiore o secondo l' asse minore dell' elisse. In pari tempo l' asse maggiore si accosta di più in più alla direzione perpendicolare alle fibre.

Con un legno grosso 13,7 c. l' asse maggiore é sensibilmente oriz-

zontale, e cioè perpendicolare alle fibre. Se allora si diminuisce l' angolo che le vibrazioni incidenti fanno colla direzione delle fibre, ed invece di lasciarlo eguale a 45° lo si rende eguale a circa 22°, non si osserva più differenza sensibile nelle scintille al variare dell' azimut del risonatore, e perciò la radiazione emergente dal legno è sensibilmente a vibrazioni circolari.

Se infatti si fa passare quella radiazione nel prisma di paraffina a base di trapezio (§ 38), prima che arrivi al risonatore, questo fa vedere che la radiazione è divenuta a vibrazioni rettilinee inclinate a 45° verso destra colla perpendicolare al piano di riflessione del prisma, se l' oscillatore è inclinato a 22° verso sinistra colla stessa direzione. Ciò conferma che la radiazione che esce dal legno è a vibrazioni circolari.

Infine, adoperando un legno anche più grosso del precedente, per esempio di 17 c. (che può essere costituito da due o più pezzi più sottili colle fibre tutte parallele), il raggio emergente ha di nuovo la polarizzazione elittica, ma l' asse maggiore è inclinato in senso contrario a prima.

Si potrebbero spiegare tutti questi fenomeni ammettendo che le vibrazioni perpendicolari alle fibre si propagano entro il legno con velocità diversa da quella con cui si propagano le vibrazioni parallele alle fibre. Col legno di 13,7 c. di grossezza il ritardo di una delle vibrazioni sull'altra, dovuto alla loro differenza di velocità, sarebbe sensibilmente un quarto di periodo, d'onde la polarizzazione circolare che si può ottenere in questo caso.

In breve, il legno si comporterebbe in modo analogo alle lastre birefrangenti tagliate parallelamente all' asse, e la lastra grossa 13,7 c. sarebbe l' equivalente d' una lamina quarto-d'-onda.

È da osservarsi che in ottica, onde avere un raggio polarizzato circolarmente, bisogna far passare nella lamina quarto-d'-onda un raggio le cui vibrazioni sieno a 45° coll' asse ottico della lamina, mentre qui invece le vibrazioni incidenti devono fare un angolo di circa 22° colla direzione delle fibre. Questa differenza fra i due casi è dovuta alla diversa trasmissibilità delle vibrazioni elettriche nel legno, secondo che sono parallele o perpendicolari alle fibre. Quando l' angolo delle vibrazioni incidenti colla direzione delle fibre è minore di 45°, la componente parallela alle fibre della vibrazione incidente è più grande della componente perpendicolare; ma siccome la prima soffre, pel suo passaggio attraverso il legno, una maggior diminuzione, come si è visto nel § precedente, accade che all' uscita dal medesimo la differenza fra le due componenti è minore che all' ingresso. Col valore 22° dato a quell' angolo le due componenti hanno egual grandezza all' uscita dal legno, e siccome hanno acquistato una differenza di fase d' un quarto di periodo, esse si compongono in una vibrazione circolare.

La lastra di legno si comporterebbe dunque in certo modo come una lamina sottile di tormalina parallela all' asse, piuttosto che come una di quarzo o di spato tagliata nella stessa maniera.

CAPITOLO VII.

Sulle onde emesse dai risonatori in azione.

43. **Onde secondarie generate dai risonatori.** Esponendo più risonatori non troppo lontani fra loro all' azione di un oscillatore, ho osservato certi fenomeni che rivelano un' azione reciproca fra i risonatori stessi. In certe circostanze un risonatore dà scintille più vive quando gli altri risonatori sono presenti che quando sono allontanati, mentre in altri casi accade l' opposto.

Per amore di brevità comincierò col dare la spiegazione generale di questi fenomeni, per poi applicarla caso per caso a render conto delle singole esperienze.

La spiegazione suddetta si presenta spontaneamente allorchè si osservano attentamente i fenomeni, ed è semplicissima. Bisogna ammettere soltanto che, quando un risonatore è eccitato dalle onde emanate da un oscillatore, si comporti esso stesso come un oscillatore, e cioè produca delle onde, che chiamerò *onde secondarie*, le quali si propagano all' intorno e possono eccitare altri risonatori. Siccome poi questi risonatori saranno in generale esposti in pari tempo all' azione diretta dell' oscillatore, così si produrranno fenomeni d' interferenza, i quali saranno causa dei fenomeni osservati.

Per applicare questa spiegazione generica ai vari casi, occorre ancora riflettere, che le onde emesse da un risonatore hanno necessariamente fase opposta a quella delle onde che eccitano il risonatore stesso. Infatti, le cariche elettriche di segno opposto, che ad un istante qualunque esistono nelle due metà del risonatore, producono presso il risonatore stesso una forza elettrica di senso opposto a quella che è causa delle dette cariche.

Ne consegue, che per valutare la differenza di fase che esiste, fra le onde che arrivano ad un risonatore R e provenienti direttamente dall' oscillatore O, e quelle che arrivano ad R ma dovute ad un risonatore R', bisognerà tener conto, non solo della differenza fra i due cammini per-

corsi, che sono OR ed $OR' + R'R$, ma anche della differenza di fase π $\left(\text{corrispondente ad una differenza di cammino } \frac{\lambda}{2}\right)$ or ora indicata.

Ciò premesso, ecco le esperienze che mettono in evidenza le onde secondarie di un risonatore.

44. **Azione di un risonatore sopra un altro di egual periodo d'oscillazione.** Per queste esperienze sono preferibili gli apparecchi I, giacché con questi le scintille dei risonatori si vedono benissimo anche di lontano senza bisogno di guardarle con un oculare.

In generale, quando due risonatori sono esposti all'azione dell'oscillatore ognuno di essi agisce sull'altro; ma vi sono due casi nei quali l'azione reciproca dei risonatori obbedisce a leggi semplici. Questi due casi soni i seguenti.

a) Risonatori posti sopra una stessa superficie d'onda. Sia O (fig. 22) l'oscillatore ed R, R' i due risonatori, collocati in uno stesso piano perpendicolare alla direzione delle radiazioni che partono dallo specchio dell'oscillatore, e paralleli all'oscillatore stesso (per esempio tanto l'oscillatore che i risonatori sono verticali). Se si osservano le scintille di uno dei risonatori, per esempio R, mentre si fa variare la distanza RR' fra i due risonatori, si nota questo fenomeno, e cioè che le scintille in R sono di massimo splendore per certi valori di RR' e di splendore minimo per altri valori. Se la distanza RR' è assai piccola, il risonatore R resta oscuro, a meno che la sua sensibilità non sia assai maggiore di quella di R'. Quando $RR' = \frac{\lambda}{2}$ le scintille in R hanno il massimo splendore. Aumentando ancora RR' le scintille scemano di nuovo, e si riducono ad un minimo per $RR' = \lambda$, poi crescono di nuovo, per raggiungere un massimo, assai meno marcato del precedente, allorché $RR' = \frac{3}{2}\lambda$.

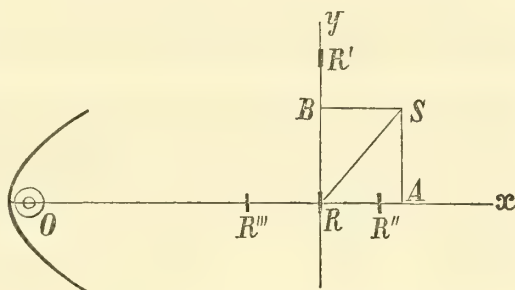



Fig. 22

Questi effetti si osservano regolarmente tanto sul risonatore R che sul risonatore R', se i due risonatori hanno eguale sensibilità. Se uno dei risonatori è più sensibile, le variazioni nelle scintille sono manifeste soltanto nell'altro risonatore, ma in tal caso si osservano più facilmente che nel caso di sensibilità eguali. Perciò è bene fare l'esperienza con un risonatore nuovo, e perciò sensibilissimo, ed uno adoperato già per qualche

tempo, e quindi dotato di sensibilità minore. È su questo risonatore che si osserveranno gli effetti prodotti dal risonatore più sensibile.

La spiegazione generale del § precedente rende conto facilmente dei fenomeni descritti. Al risonatore R arrivano tanto le onde emanate da O, quanto le onde secondarie che partono da R'. Queste ultime giungono in R con una differenza di fase, che si compone della differenza di fase π, dovuta a ciò che sono onde secondarie, e della differenza di fase prodotta dal tempo impiegato a percorrere la distanza RR'. Se $RR' = 0, \lambda, \ldots$ le onde secondarie arrivano in R con fase opposta a quella delle onde dirette, e perciò interferiscono con queste; se invece $RR' = \frac{\lambda}{2}, \frac{3}{2}\lambda \ldots$ le onde secondarie hanno in R fase eguale a quella delle onde dirette, e si sommano a queste.

b) Risonatori posti sopra uno stesso raggio. Supponiamo in secondo luogo che i due risonatori siano in R ed R'', sopra una stessa retta condotta nella direzione in cui si propaga la radiazione, e si osservi l'effetto prodotto sul risonatore R dal risonatore R'', il quale sarà bene sia più sensibile di R.

Anche in tal caso le scintille in R crescono quando si fa crescere la distanza RR'' a partire da un piccolo valore; ma esse raggiungono un massimo, non più quando la distanza fra i due risonatori è di mezza onda, ma quando $RR'' = \frac{\lambda}{4}$. Quando $RR'' = \frac{\lambda}{2}$ le scintille sono minime, e di nuovo massime per $RR'' = 3\frac{\lambda}{4}$. Insomma in questo secondo caso i massi e minimi si ottengono aumentando successivamente d' un quarto d'onda la distanza fra i due risonatori, mentre nel caso precedente si ottenevano con successivi aumenti di mezz' onda della distanza medesima. La ragione di questa differenza sta in ciò che le onde secondarie emanate da R'' oltre che essere in ritardo, sulle onde dirette che giungono in R, in causa del tempo impiegato a percorrere l' intervallo da R'' ad R, lo sono ancora perchè generate con altro eguale ritardo dovuto al maggior cammino RR'' delle onde dirette per arrivare ad R''. Perciò la differenza di fase fra le onde dirette e le secondarie in R si compone, della differenza di fase π, e di quella dovuta al tempo impiegato a percorrere due volte la distanza RR''. Se $RR'' = \frac{\lambda}{4}$ le fasi in R sono eguali, se $RR'' = \frac{\lambda}{2}$, le fasi sono opposte ecc.

Tutto ciò finchè si considera l' azione del risonatore R'' sul risonatore R. Consideriamo l' azione opposta, e cioè quella del risonatore più vicino al-

l' oscillatore sul risonatore più lontano, per esempio l' azione di R''' su R. In questo caso si osserva che le scintille in R scemano d' intensità o anche spariscono affatto, qualunque sia la distanza $R'''R$, ciò che si spiega subito riflettendo che fra le onde dirette che giungono in R e le onde secondarie, generate da R''' e che pure arrivano in R, esiste sempre solo la differenza di fase π. Anche per questa esperienza è bene che R sia meno sensibile di R'''.

Si può trovare facilmente a priori quale è il luogo dei punti, nei quali deve essere collocato un risonatore S, affinché le onde secondarie da esso emanate, componendosi colle onde dirette, rendano massime o minime le oscillazioni in un oscillatore R. Infatti, riferendo la posizione di S agli assi Rx, Ry, si avrà in R effetto massimo o minimo, secondo che $BS + SR$ sarà eguale ad un numero dispari o pari di volte $\frac{\lambda}{2}$. Si ha dunque, indicando con k un numero intero,

$$x + \sqrt{x^2 + y^2} = k\frac{\lambda}{2},$$

equazione di tante parabole col fuoco in R, che tagliano Ry in punti che distano $k\frac{\lambda}{2}$ da R, e che hanno il vertice su Rx a distanza $k\frac{\lambda}{4}$ da R. Per quelle parabole che corrispondono a $k = 1, 3, 5\ldots$ l' effetto di un risonatore che sia posto su di esse è quello di aumentare le scintille in R; per quelle invece che corrispondono a $k = 2, 4, 6\ldots$ l' effetto in R è una diminuzione di scintille.

Analogamente, se si cerca il luogo dei punti nei quali deve essere collocato un risonatore S affinché le onde secondarie emanate dal risonatore R, componendosi colle onde dirette, rendano massime o minime le scintille in S, si ha l' equazione $RS - BS = k\frac{\lambda}{2}$, ossia

$$\sqrt{x^2 + y^2} - x = k\frac{\lambda}{2},$$

la quale rappresenta tante parabole, simmetriche a quelle trovate nel problema precedente, rispetto alla retta Ry. Secondo che k sarà un intero dispari o pari, la corrispondente parabola determinerà i luoghi di massime o di minime scintille.

Nella fig. 23 sono tracciate in parte le parabole dei due gruppi. Le

$P_1P_3P_5$... (disegnate a tratto pieno) indicano i luoghi dai quali un risonatore, colle proprie onde secondarie rinforza le oscillazioni di R; P_2, P_4... (disegnate a tratto interrotto) indicano quelli dai quali un risonatore tende a spegnere le oscillazioni di R. Così le Q_1, Q_3, Q_5... (a tratto pieno) e le Q_2, Q_4... (a tratto interrotto) sono i luoghi dei punti, stando nei quali un risonatore ha le sue oscillazioni rispettivamente rinforzate o indebolite dalle onde secondarie di R.

Si vede così a colpo d'occhio nella figura quali sono le posizioni da dare ad un risonatore S perchè si comporti in un dato modo rispetto al risonatore R. Se per esempio S è nel punto d'incontro fra due linee a tratto pieno, S ed R si rinforzeranno a vicenda, e se invece è nel punto d'incontro fra due curve a tratto interrotto, R ed S tenderanno a scemare reciprocamente le loro scintille.

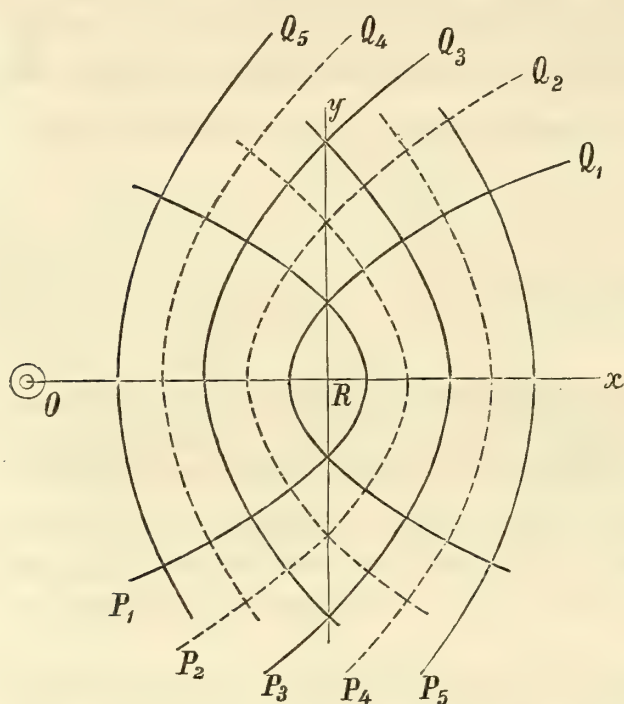



Fig. 23

Se immaginiamo tanti risonatori posti lungo una delle parabole P_1, P_3..., per esempio P_1, l'effetto di tutti su R sarà concordante. Essi verranno a costituire così una specie di specchio parabolico interrotto, il cui effetto in R sarà simile a quello di uno specchio continuo di egual forma. È probabile che l'effetto in R dipenda dal numero dei risonatori distribuiti su P_1, giacchè se da una parte l'azione in R delle onde secondarie deve crescere col numero dei risonatori che le generano, al crescere di questo numero i risonatori stessi si troveranno di più in più vicini fra loro, ed in causa della loro influenza reciproca le loro oscillazioni tenderanno ad indebolirsi. Vi sarà dunque probabilmente una certa distanza fra i vari risonatori distribuiti sopra P_1 per la quale l'effetto in R è massimo. Questo effetto massimo potrebbe forse superare quello prodotto da un riflettore parabolico continuo.

In tutte le esperienze del presente paragrafo si può sostituire al risonatore che genera le onde secondarie, l'effetto delle quali si osserva nell'altro risonatore, un semplice filo metallico, lungo press'a poco come il risonatore al quale è sostituito. Nel filo si producono oscillazioni di riso-

nanza che generano onde secondarie, giacchè esso si comporta precisamente come uno dei soliti risonatori, salvo che mancano le scintille.

Vedremo fra poco che il risonatore che genera le onde secondarie può essere più lungo (e quindi corrispondere ad una lunghezza d'onda maggiore) del risonatore sul quale si osservano gli effetti delle onde stesse. Ne consegue che i risonatori distribuiti lungo la parabola P_1 possono essere semplici fili, aste, o striscie metalliche, ed essere più lunghi di quello che si trova in R. Si rende conto così dell'effetto che danno i riflettori parabolici recentemente descritti da Zehnder, i quali sono appunto costituiti da conduttori rettilinei paralleli (1).

Si possono fare altre esperienze nelle quali le onde secondarie manifestano i loro effetti; ma siccome è facilissimo immaginarle, o idearne di consimili, in base alla spiegazione data, così tralascio di descriverle per brevità.

45. **Azione fra risonatori di periodi diversi.** Nelle esperienze descritte nel § precedente i risultati non mutano molto se i due risonatori sono di lunghezze differenti, e perciò corrispondono a diverse lunghezze d'onda.

Supponiamo che il risonatore R, sul quale si osservano gli effetti delle onde secondarie, sia più corto del risonatore o conduttore rettilineo, che produce le dette onde. Le esperienze daranno gli stessi risultati avuti con risonatori sensibilmente eguali fra loro, salvo che gli effetti saranno un poco meno marcati, specialmente se le lunghezze dei due risonatori saranno molto differenti.

Se al contrario si fa agire sul risonatore R un risonatore più corto, l'effetto di questo è assai debole, e sparisce affatto quando la differenza di lunghezza fra i due risonatori non sia piccolissima.

Per queste esperienze ho trovato conveniente adoperare l'oscillatore II ed i risonatori I e II (lunghezze d'onda 20 c. e 10,6 c.).

L'effetto d'un risonatore I sopra uno dei II è sempre ben visibile, mentre l'azione di II sopra I è insensibile.

Nel caso dell'azione d'un risonatore lungo su uno corto (per esempio un risonatore I sopra un risonatore II), è la lunghezza d'onda del risonatore piccolo che regola le distanze producenti massime o minime scintille. Così per esempio se R (fig. 22) è un risonatore pel quale $\lambda = 10{,}6$ c. ed R' uno pel quale $\lambda = 20$ c., sono massime le scintille in R quando $RR' = \frac{10{,}6}{2} = 5{,}3$ c.

Similmente, se il risonatore più lungo è in R'', le oscillazioni di R sono massime quando $RR'' = \frac{10{,}6}{4} = 2{,}65$ c. ecc.

(1) *Wied. Ann.* 1894, n. 5, p. 34.

Da quanto precede si ricava, che anche le oscillazioni di un risonatore sono capaci di eccitare altri risonatori di lunghezza d'onda differenti, ma segnatamente risonatori di lunghezza d'onda minore. Si ha dunque anche qui quel fenomeno della risonanza multipla, dimostrato già da De la Rive e Sarasin per gli oscillatori, e lo si spiegherà adottando una delle spiegazioni proposte nel caso in cui questo fenomeno è prodotto da un oscillatore. E cioè, o si ammetterà che nella radiazione emessa da un risonatore, come nella radiazione emessa da un oscillatore, esistano vibrazioni pendolari d'ogni lunghezza d'onda (entro certi limiti), in modo che la radiazione stessa si possa paragonare alla luce bianca. O invece si adotterà la spiegazione di Poincaré, secondo la quale la radiazione emessa è semplice o pendolare, ma smorzata. Quest'ultima spiegazione è la più semplice e naturale, specialmente poi pel caso del risonatore.

È interessante l'esperienza nella quale i due risonatori sono sopra uno stesso raggio, come R''' ed R (fig. 22) e si osserva l'azione di R''' su R. Se R''' è eguale ad R, questo risonatore resta oscuro; ma se R''' non è eguale ad R allora si vedono le scintille. Queste sono debolissime se R''' è più lungo di R, ma sono vivaci come se R''' non esistesse, se questo risonatore è più corto assai dell'altro. Un risultato simile si ha se, invece di un solo risonatore R''', se ne adoperano molti tutti eguali fra loro, e distribuiti in un piano perpendicolare alla direzione nella quale si propagano le onde.

Dall'esperienza in discorso non si può concludere nulla a proposito della causa da assegnarsi al fenomeno della risonanza multipla (1), giacchè se i risonatori R''' estinguono le oscillazioni di R quando sono eguali ad R ma non quando sono più piccoli, ciò proviene soltanto dal fatto che nel primo caso, e non nel secondo, essi producono onde, che interferiscono in R colle onde dirette.

46. **Azione delle onde secondarie sopra un risonatore sottratto all'azione diretta dell'oscillatore.** Nelle esperienze dei due precedenti paragrafi, l'azione delle onde secondarie emesse dai risonatori si manifestava per mezzo della loro interferenza colle onde emanate dall'oscillatore. Ma è possibile studiare isolatamente l'effetto delle onde secondarie, osservando l'azione che esse producono sopra un risonatore, collocato in modo che l'oscillatore non possa produrre su di esso nessun effetto.

Basta perciò che il detto risonatore R (fig. 24) sia perpendicolare in pari tempo alla direzione delle radiazioni ed all'asse dell'oscillatore.

---

(1) Cfr. Garbasso, *Atti della R. Acc. di Torino*, marzo 1893.

Sia O l' oscillatore munito del suo riflettore parabolico e disposto verticalmente, Ox la direzione orizzontale nella quale si propagano le radiazioni, ed Oz la direzione (verticale) dell' oscillatore. Il risonatore R dovrà essere parallelo alla retta Oy, perpendicolare al piano zOx.

In tali condizioni il risonatore R, per quanto sia sensibile, non dà scintille. Ma se in vicinanza ad esso si colloca un altro risonatore, e si fa variare sia la direzione che la posizione di questo, si trova che in molti casi compaiono delle scintille nel risonatore R. In alcuni di questi casi queste scintille potrebbero forse attribuirsi alla riflessione delle onde prodotta dal risonatore posto nelle vicinanze di R, ma non però in altri. In ogni modo l' effetto di quella riflessione deve essere minimo, e dalle esperienze risulta affatto trascurabile.

Fra le innumerevoli posizioni che può avere il risonatore, le cui onde

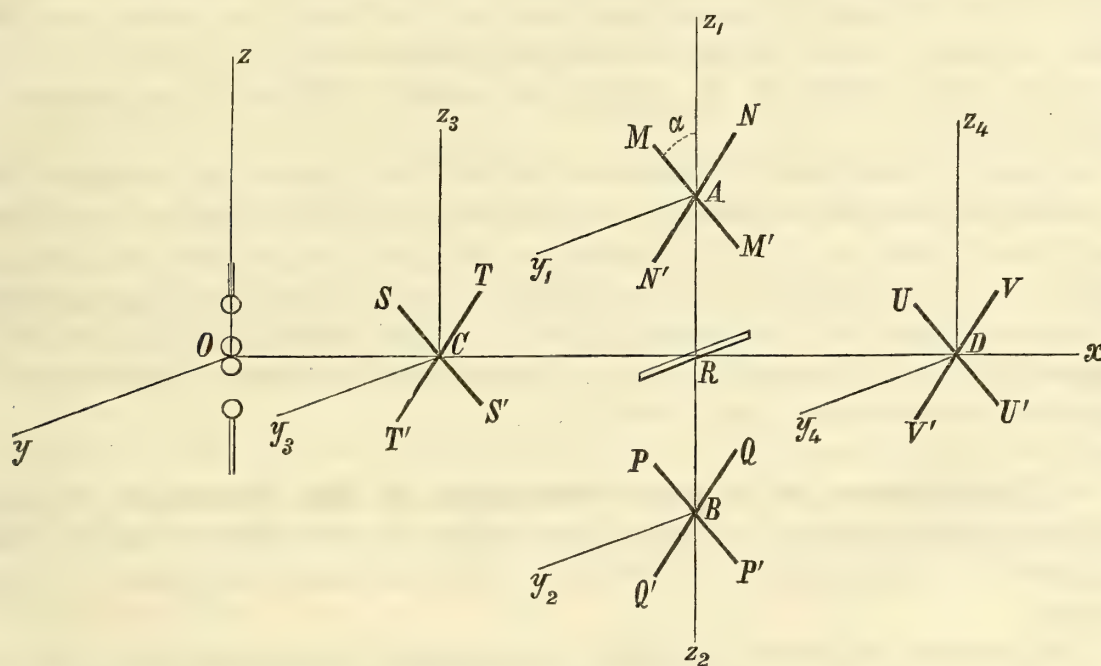



Fig. 24

secondarie agiscono sul risonatore R, considererò solo le principali, e descriverò il risultato delle relative esperienze, che eseguii successivamente cogli apparati I e coi II.

a) Si collochi un risonatore col suo centro in un punto A o B della verticale z_1z_2 passante pel centro del risonatore R, e lo si disponga nel piano y_1Az_2 perpendicolare ad Ox. Se il risonatore è verticale od orizzontale, non compaiono scintille in R; ma se è inclinato, come in MM', in

modo da fare colla verticale Az_1 un angolo α, vedonsi subito in R delle scintille, tanto più vivaci, quanto minore è la distanza RA.

Se si prende eguale ad uno l' ampiezza delle oscillazioni elettriche in A, il risonatore MM' è esposto all' azione di una oscillazione d' ampiezza $\cos\alpha$. L' oscillazione $k\cos\alpha$ che parte da MM' equivale alle due $k\cos^2\alpha$ diretta secondo Az_1, e $k \operatorname{sen}\alpha\cos\alpha$ diretta secondo Ay_1. È quest' ultima oscillazione, d' ampiezza $\frac{1}{2}k \operatorname{sen} 2\alpha$, che eccita il risonatore R. Si vede così che l' effetto massimo in R si avrà per $\alpha = 45°$. Lo stesso accade nella esperienza seguente.

b) Si collochi il risonatore, destinato a generare le onde secondarie, col suo centro in un punto C, o D della retta Ox, ed in un piano y_3Cz_3, o y_4Dz_4 perpendicolare ad Ox. Anche qui il risonatore non produce effetto su R, se è verticale od orizzontale, ma se è inclinato, per esempio a 45°, colla verticale, e cioè occupa una delle posizioni SS', TT', UU', VV', fa nascere delle scintille in R, dovute all' azione delle onde secondarie da esso emesse.

In queste esperienze il risonatore mobile può essere un semplice filo di rame, di lunghezza press' a poco eguale a quella di R, oppure più lungo. Se la sua lunghezza d' onda è maggiore di quella del risonatore fisso R, questo si eccita per risonanza multipla, come si è detto nel § precedente. Lo stesso si dica se il risonatore mobile è uno di quelli pei quali $\lambda = 20$ c., mentre R è uno di quelli pei quali $\lambda = 10{,}6$. In tal caso l' esperienza si eseguisce adoperando l' oscillatore II.

47. Interferenza fra le onde secondarie di due risonatori. Quando due risonatori si fanno agire in pari tempo sul risonatore R, l' effetto complessivo dipende dalle fasi relative delle due onde secondarie da essi emesse.

Per rendere più breve e chiara l' esposizione delle esperienze farò ad essa precedere la relativa spiegazione. Esaminiamo dunque dapprima da che dipenda la fase delle onde secondarie che giungono in R, allorchè un risonatore, che genera quelle onde, è posto col suo centro in A oppure in B, C, D. Indicheremo con α l' angolo del risonatore colla verticale, angolo che nelle esperienze si prenderà eguale a 45° onde avere effetti massimi. Quest' angolo α si prenderà negativamente se è misurato verso la destra d' un osservatore che guardi da x verso O. In tal modo sarà negativo α per un risonatore posto in NN', QQ', TT', VV'. La distanza fra il centro del risonatore che genera le onde secondarie ed il centro R del risonatore fisso si indicherà sempre con d. Determiniamo nei vari casi la

fase in R delle onde secondarie, considerando come zero la fase che avrebbero se il risonatore mobile fosse esso pure nel punto R.

1.° *Risonatore in C, cioè fra l' oscillatore ed il risonatore R.* Se il risonatore mobile è in SS' esso produce in R una vibrazione $\frac{1}{2} k \operatorname{sen} 2\alpha$, come si è visto prima, e la sua fase è zero. Infatti le onde principali anticipano di $\frac{d}{V}$, per essere il risonatore in C anzichè in R; ma altrettanto tempo impiegano le onde secondarie da C ad R.

Pel risonatore TT' l' ampiezza della vibrazione generata in R dall'onda secondaria è $-\frac{1}{2} k \operatorname{sen} 2\alpha$ e la fase zero. Ciò equivale ad una vibrazione di ampiezza $\frac{1}{2} k \operatorname{sen} 2\alpha$ e di fase $\pm \pi$. Dunque secondo che il risonatore è in SS' o in TT' le fasi in R sono opposte.

2.° *Risonatore in D, cioè sul prolungamento della retta tirata dall'oscillatore al risonatore R.* Le onde principali giungono al risonatore posto in D con un ritardo $\frac{d}{V}$, in causa dell' intervallo RD che prima di raggiungerlo devono percorrere in più, che nel caso in cui il risonatore stesso fosse in R. Le onde secondarie devono poi percorrere ancora la distanza d per arrivare ad R. Dunque la fase di esse in R è $\frac{4\pi d}{\lambda}$. L' ampiezza della vibrazione in R è poi $\frac{1}{2} k \operatorname{sen} 2\alpha$ pel risonatore in UU', e $-\frac{1}{2} k \operatorname{sen} 2\alpha$ pel risonatore in VV'. Si può anche dire che pel risonatore in VV' l'ampiezza è $\frac{1}{2} k \operatorname{sen} 2\alpha$ e la fase $\frac{4\pi d}{\lambda} \pm \pi$.

3.° *Risonatore in A od in B, cioè sulla verticale passante per R.* L' ampiezza è $\frac{1}{2} k \operatorname{sen} 2\alpha$ per le posizioni MM' e PP', e $-\frac{1}{2} k \operatorname{sen} 2\alpha$ per NN', QQ'. In tutti i casi la fase è evidentemente $\frac{2\pi d}{\lambda}$. Si può anche dire che per le posizioni NN', QQ' l' ampiezza è $\frac{1}{2} k \operatorname{sen} 2\alpha$ e la fase $\frac{2\pi d}{\lambda} \pm \pi$.

Riassumendo, mentre l' ampiezza della vibrazione prodotta dalle onde secondarie in R è sempre $\frac{1}{2} k \operatorname{sen} 2\alpha$ $\left(\frac{1}{2} k, \text{se } \alpha = 45°\right)$, la fase è la seguente :

POSIZIONE DEL RISONATORE	FASE
MM'	$\frac{2\pi d}{\lambda}$
NN'	$\frac{2\pi d}{\lambda} \pm \pi$
PP'	$\frac{2\pi d}{\lambda}$
QQ'	$\frac{2\pi d}{\lambda} \pm \pi$
SS'	0
TT'	$\pm \pi$
UU'	$\frac{4\pi d}{\lambda}$
VV'	$\frac{4\pi d}{\lambda} \pm \pi$

Come si vede, quando il risonatore, che produce le onde secondarie, é posto fra R ed O, la fase in R delle onde stesse é indipendente dal punto C del segmento OR nel quale il risonatore si trova.

Ciò premesso, ecco ora le principali esperienze eseguite.

Risonatori in A ed in B. Se i due risonatori sono inclinati dalla stessa parte, come in NN' e QQ', e sono ad egual distanza da R, essi producono onde secondarie concordanti, ed in R si osservano scintille assai brillanti. Infatti le loro fasi sono eguali. Ma se le distanze differiscono di $\frac{\lambda}{2}$, le loro fasi diversificano di π e le scintille in R sono assai deboli o nulle.

Se poi i due risonatori sono inclinati in senso contrario, per esempio sono collocati secondo MM' e QQ', e sono equidistanti da R, le fasi rispettive delle loro onde secondarie in R sono $\frac{2\pi d}{\lambda}$ e $\frac{2\pi d}{\lambda} \pm \pi$, cioè diversificano di π. Le scintille in R spariscono completamente.

Quindi, se uno dei risonatori si tiene fisso in MM', e all'altro si dà alternativamente la posizione PP' o la QQ', le scintille alternativamente compaiono e spariscono nel risonatore R.

Se infine i risonatori sono disposti secondo MM' e QQ', e le loro distanze da R diversificano di $\frac{\lambda}{2}$, compaiono le scintille in R.

Risonatori in A e C. Se i due risonatori sono inclinati a 45° dalla stessa parte, come MM' ed SS', l'effetto prodotto in R dalle loro onde secondarie dipende dalla distanza $d = AR$. Infatti le fasi in R di dette onde secondarie sono $\frac{2\pi d}{\lambda}$ e 0. Se $d = \frac{\lambda}{2}$ le fasi diversificano di π ed in R non si hanno scintille; se $d = \lambda$ le fasi sono differenti di 2π e cioè divengono concordanti, ed in R veggonsi le scintille.

Onde per $d = \frac{\lambda}{2}$ le scintille in R siano nulle, occorre che le ampiezze delle onde secondarie emanate da MM' ed SS', allorchè giungono in R, sieno eguali. Per soddisfare a questa condizione, basta variare opportunamente la distanza RC, la quale, come si è visto, non influisce sulla fase delle onde secondarie che partono da SS'.

Se invece i due risonatori sono inclinati in sensi opposti, come MM', TT', i fenomeni sono invertiti, e cioè si hanno scintille massime se $AR = d = \frac{\lambda}{2}$, minime o nulle se $d = \lambda$. Per cui se, tenendo fisso in MM' uno dei risonatori, si dà all'altro alternativamente l'orientazione SS' e TT', mentre $AR = \frac{\lambda}{2}$, si veggono alternativamente sparire e comparire le scintille nel risonatore R.

Se i risonatori, invece d'essere collocati in A e C, lo fossero in B e C, tutto accadrebbe nella stessa maniera.

Risonatori in A e D. Se sono collocati parallelamente in SS' ed UU', le fasi in R delle onde secondarie da essi prodotte sono rispettivamente 0 e $\frac{4\pi d}{\lambda}$. Perciò si ha effetto massimo in R, se $RD = d = 0, \frac{\lambda}{2}, \lambda \ldots$ ed effetto minimo o nullo se $d = \frac{\lambda}{4}, 3\frac{\lambda}{4} \ldots$. Quando invece i due risonatori sono incrociati, per esempio sono posti in TT', UU', si hanno le massime scintille per $RD = d = \frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4} \ldots$ ed interferenza per $d = 0, \frac{\lambda}{2}, \lambda \ldots$.

L'esperienza conferma pienamente tutto ciò, ed anzi basta tener fisso un risonatore in SS' e dare all'altro alternativamente le posizioni UU', VV', mentre RD è eguale a $\frac{\lambda}{4}$, per vedere alternativamente in R scintille nulle o scintille assai vive.

Risonatori in A e D, oppure in B e D. Se sono paralleli, come MM' ed UU' ed equidistanti da R, le fasi diversificano di $\frac{2\pi d}{\lambda}$. Perciò, se le due distanze RA ed RD sono eguali a $0, \lambda, \ldots$ si hanno massime scintille in R, e se sono eguali a $\frac{\lambda}{2}, 3\frac{\lambda}{2} \ldots$ si ha in R interferenza. Tutto s'inverte se i risonatori sono incrociati, come NN', UU'.

Se si tiene fissa la distanza $RA = \frac{\lambda}{2}$ mentre i risonatori sono paralleli, per esempio in MM' ed UU', allora per $RD = \frac{\lambda}{4}$ le fasi in R sono concordanti e si hanno scintille massime. Se invece i risonatori sono incrociati, come MM' e VV' si ha in R interferenza.

L'esperienza verifica completamente tutti questi fatti, ed altri che per brevità lascio a parte.

I risonatori che generano le onde secondarie possono possedere lunghezze d'onda differenti fra loro e differenti da quella del risonatore posto in R, ed essere formati da semplici fili ad aste di metallo, anzichè colle solite striscie di vetro argentato. Tutti i fenomeni descritti si producono egualmente, ma le distanze fra i risonatori, alle quali corrispondono i massimi od i minimi delle scintille in R, sono regolate unicamente dalla lunghezza d'onda propria al risonatore R. In questi casi di risonatori differenti fra loro, il risonatore R è eccitato in causa del solito fenomeno di risonanza multipla.

Conclusione.

48. Fatta astrazione dall'ultimo capitolo, nel quale si tratta dei fenomeni prodotti dalle onde secondarie, e cioè dalle onde che emanano dai risonatori eccitati da un oscillatore, la maggior parte delle altre esperienze descritte nel corso di questa Memoria dimostrano, che le radiazioni elettriche si comportano esattamente come le radiazioni luminose e calorifiche, tanto che con esse si possono produrre fenomeni perfettamente analoghi a molti di quelli che si studiano nell'Ottica. Anche in quei casi nei quali sembrava dapprima che esistesse qualche divergenza (per esempio nella riflessione metallica), le ulteriori esperienze hanno ristabilito l'accordo migliore.

È in certo modo l'Ottica delle onde lunghe qualche centimetro, che si è cercato di abbozzare nel corso di questo lavoro. Però quest'Ottica manca

di alcuni capitoli, e precisamente di quelli, che nell'Ottica ordinaria riguardano fenomeni, a produrre i quali contribuisce la struttura molecolare dei corpi. Infatti non si é giunti ancora ad ottenere colle vibrazioni elettriche nessun fenomeno analogo per esempio a quelli della polarizzazione rotatoria o della doppia rifrazione, almeno se non si vogliono considerare come fenomeni di doppia rifrazione quelli ottenuti col legno (§ 33 e 41).

Profittando dei vantaggi che i miei apparecchi offrono sopra quelli finora adoperati, ho più volte cercato se qualche fenomeno di quel genere potesse osservarsi, ma sempre con risultati negativi. Cosí per esempio, posto fra oscillatore e risonatore un diaframma metallico avente una piccola apertura, e chiusa quest' ultima con un disco di quarzo tagliato perpendicolarmente all'asse, grosso 0,8 c. e del diametro di 8 c., non ho ottenuto verun indizio sicuro di rotazione delle vibrazioni.

Risultati negativi, o almeno incerti, ho avuto pure cercando di realizzare, colle onde elettro-magnetiche, dei fenomeni analoghi ai fenomeni elettro-ottici o magneto-ottici. Cosí per esempio, facendo passare le radiazioni elettriche entro un cilindro di solfo lungo 56 c. e del diametro di 13 c., circondato da un rocchetto formato con 360 giri di filo disposto in 5 strati, non ho ottenuto nessun indizio certo di rotazione delle vibrazioni, mandando nel filo del rocchetto una corrente di circa 11 Ampère.

Parimenti, avendo fatto riflettere le onde generate cogli apparecchi III sul polo di una potente elettro-calamita, non ho ottenuto nessun segno concludente del fenomeno di Kerr. Questo era forse il fenomeno che offriva miglior affidamento di successo, giacché, come altra volta dimostrai, il fenomeno stesso cresce d' intensità insieme alla lunghezza d'onda delle radiazioni adoperate, almeno finché si tratta delle onde luminose.

Del resto, dato che in futuro non si riesca a realizzare coi raggi di forza elettrica nessuno di quei fenomeni, che in Ottica sono determinati dalla struttura molecolare dei corpi, o dalle modificazioni transitoriamente prodotte in questa struttura, ció non sarà difficile da spiegare, se si terrà conto del diverso ordine di grandezza delle onde elettriche finora prodotte, e delle onde luminose. Queste sono circa cinquantamila volte più brevi delle più corte onde elettriche da me adoperate ; per cui, mentre le dimensioni molecolari possono essere paragonabili alle lunghezze delle onde luminose, esse possono essere in pari tempo trascurabili di fronte alle lunghezze delle onde elettriche.

È probabile peró che almeno si possano ottenere colle onde elettromagnetiche, delle imitazioni di quei fenomeni dell'Ottica che non si possono fedelmente riprodurre. La via da seguire potrebbe essere quella di comporre dei sistemi di conduttori eguali, regolarmente disseminati entro un certo volume, e porre questi sistemi sulla strada percorsa dalle radia-

zioni elettriche. Forse anche, per imitare certi fenomeni, occorrerà elettrizzare, per esempio per influenza, quei conduttori, o sostituirli con calamite concordemente orientate ecc.

Non è improbabile che da esperienze di tal genere si possa ricavare qualche lume intorno all' intima struttura dei corpi, ed alle relazioni esistenti fra l' etere e la materia ponderabile.

NOTA (vedi § 27).

Le formole per la riflessione e la rifrazione delle onde elettro-magnetiche alla superficie di separazione di due dielettrici, si possono ricavare in modo semplicissimo dalle equazioni di Hertz.

Si prendano tre assi ortogonali così disposti, che l'asse delle z sia normale alla superficie di separazione, e quello delle y sia perpendicolare al piano d'incidenza, e sia i l'angolo d' incidenza, cioè l'angolo che la normale alle onde incidenti fa coll' asse delle z.

La forza elettrica E abbia direzione costante, e cioè si supponga l'onda piana incidente polarizzata. La forza E è funzione del tempo t e della distanza p dell'onda da un punto fisso, o meglio funzione di $\left(t - \frac{p}{V}\right)$, ove V è la velocità di propagazione. Infatti essa non deve cambiare di valore, aumentando t di una quantità qualunque τ, ed in pari tempo aumentando p della quantità $V\tau$. Se x, y, z, sono le coordinate di un punto dell'onda incidente in una data posizione, si ha evidentemente $p = z \cos i - x \operatorname{sen} i + a$, a essendo una costante che dipende dalla scelta del punto da cui si misura p.

Studiamo separatamente i due casi principali, e cioè quelli in cui la forza elettrica è perpendicolare o parallela al piano d' incidenza.

1.° *Forza elettrica perpendicolare al piano d' incidenza.* Le componenti X, Y, Z, di E sono: $X = 0$, $Y = E$, $Z = 0$. Ponendo questi valori nelle equazioni di Hertz (vedi § 32) (1), ammesso che non esista campo magnetico indipendente dal tempo, e tenuto conto della formola $A V \sqrt{\varepsilon} \sqrt{\mu} = 1$ (2), si trova, per le componenti L, M, N della forza magnetica F:

$$A\mu VL = E \cos i\,, \quad M = 0\,, \quad A\mu VN = E \operatorname{sen} i\,.$$

---

(1) *Untersuchungen ueber die Ausbreitung der elektrischen Kraft,* p. 215.
(2) l. c. p. 251.

La forza magnetica $F = E : A\mu V$ è dunque nel piano d'incidenza. In virtù della formola $AV\sqrt{\varepsilon}\sqrt{\mu} = 1$ si può anche scrivere $\sqrt{\mu}F = \sqrt{\varepsilon}E$.

Per ragione di simmetria, la forza elettrica E' dell'onda riflessa, e la forza elettrica E_1 dell'onda rifratta, saranno esse pure perpendicolari al piano d'incidenza. Si avranno dunque per le onde riflessa e rifratta delle formole simili a quelle scritte più sopra per l'onda incidente. Distingueremo con accenti le quantità relative all'onda riflessa, salvo naturalmente A, ε, μ e V che restano invariate, e con un indice $_1$ quelle relative all'onda rifratta, ad eccezione di A che non cambia; ma scriveremo r al posto di i_1, che è l'angolo di rifrazione. Ecco dunque le formole:

$$X' = 0, \quad Y' = E', \quad Z' = 0;$$

$$A\mu VL' = E' \cos i', \quad M' = 0, \quad A\mu VN' = E' \operatorname{sen} i'; \quad F' = E' : A\mu V.$$

$$X_1 = 0, \quad Y_1 = E_1, \quad Z_1 = 0;$$

$$A\mu_1 V_1 L_1 = E_1 \cos r, \quad M_1 = 0, \quad A\mu_1 V_1 N_1 = E_1 \operatorname{sen} r; \quad F_1 = E_1 : A\mu_1 V_1.$$

Applicando ora le condizioni relative alla superficie di separazione (1) si ottiene:

$$E + E' = E_1,$$

$$E \cos i + E' \cos i' = E_1 \cos r \frac{\mu V}{\mu_1 V_1}, \quad E \operatorname{sen} i + E' \operatorname{sen} i' = E_1 \operatorname{sen} r \frac{V}{V_1}.$$

Queste equazioni devono essere verificate ad ogni istante per ogni punto della superficie di separazione. Ora, siccome le forze elettriche E, E', E_1, sono funzioni rispettivamente di $\left(t - \frac{z\cos i - x \operatorname{sen} i + a}{V}\right)$, $\left(t - \frac{z\cos i' - x \operatorname{sen} i' + a'}{V}\right)$, $\left(t - \frac{z\cos r - x \operatorname{sen} r + a_1}{V_1}\right)$, ciò non è possibile che a patto che sieno eguali i coefficienti di x, cioè si abbia $\frac{\operatorname{sen} i}{V} = \frac{\operatorname{sen} i'}{V} = \frac{\operatorname{sen} r}{V_1}$.

Queste equazioni esprimono la legge della riflessione: $i' = \pi - i$, e quella della rifrazione: $\frac{\operatorname{sen} i}{\operatorname{sen} r} = \frac{V}{V_1} = \text{cost.}$ Se ora si pone $E' = \alpha E$, $E_1 = \beta E$, cioè se si indicano con α e β il fattore di riflessione ed il fattore di rifrazione per la forza elettrica, le tre equazioni precedenti divengono:

$$1 + \alpha = \beta, \quad (1 - \alpha) \cos i = \beta \cos r \frac{\mu V}{\mu_1 V_1}, \quad (1 + \alpha) \operatorname{sen} i = \beta \operatorname{sen} r \frac{V}{V_1},$$

(1) l. c. p. 252.

la prima e l'ultima delle quali sono identiche, in virtù della $\frac{\operatorname{sen} i}{V} = \frac{\operatorname{sen} r}{V_1}$.
Se ne ricava:

$$\alpha = \frac{\mu_1 \operatorname{sen} r \cos i - \mu \operatorname{sen} i \cos r}{\mu_1 \operatorname{sen} r \cos i + \mu \operatorname{sen} i \cos r},$$

$$\beta = \frac{2\mu_1 \operatorname{sen} r \cos i}{\mu_1 \operatorname{sen} r \cos i + \mu \operatorname{sen} i \cos r}.$$

Se poi si indicano con α_m, β_m i fattori di riflessione e di rifrazione per la forza magnetica, cioè se si pone $F' = \alpha_m F$, $F_1 = \beta_m F$, si trova subito $\alpha_m = \alpha$, $\beta_m = \beta \frac{\mu \operatorname{sen} i}{\mu_1 \operatorname{sen} r}$.

2.° *Forza elettrica nel piano d'incidenza.* Qui la forza elettrica E ha per componenti: $X = E \cos i$, $Y = 0$, $Z = E \operatorname{sen} i$. Dalle equazioni di Hertz si ha, per le componenti L, M, N della forza magnetica: $L = 0$, $A\mu VM = -E$, $N = 0$. Si vede intanto che $F = -E : A\mu V$, ossia $\sqrt{\mu} F = -\sqrt{\varepsilon} E$.

Per l'onda riflessa si scriveranno formole analoghe a queste, dando un accento a tutte le quantità, all'infuori di A, μ, ε, V, e così per l'onda rifratta, nel qual caso si darà un indice $_1$ alle varie lettere, ad eccezione di A, mentre si scriverà r invece di i_1. Il calcolo semplicissimo si proseguirà come nel caso della forza elettrica perpendicolare al piano d'incidenza, e si giungerà alle formole seguenti:

$$\alpha = \alpha_m = \frac{\mu \operatorname{sen} i \cos i - \mu_1 \operatorname{sen} r \cos r}{\mu \operatorname{sen} i \cos i + \mu_1 \operatorname{sen} r \cos r},$$

$$\beta = \frac{2\mu_1 \operatorname{sen} r \cos i}{\mu \operatorname{sen} i \cos i + \mu_1 \operatorname{sen} r \cos r}, \qquad \beta_m = \beta \frac{\mu \operatorname{sen} i}{\mu_1 \operatorname{sen} r}.$$

Per facilitare ora il confronto fra le formole trovate e le formole classiche di Fresnel, le riunirò tutte in un sol quadro, avvertendo che per ciascuna delle quantità α e β scriverò due espressioni fra loro equivalenti, la seconda delle quali si deduce dalla prima introducendo ε ed ε_1 invece di μ e μ_1, per mezzo delle formole $A V \sqrt{\varepsilon} \sqrt{\mu} = 1$, $A V_1 \sqrt{\varepsilon_1} \sqrt{\mu_1} = 1$.

FORZA ELETTRICA PERPENDICOLARE AL PIANO D' INCIDENZA	FORZA ELETTRICA PARALLELA AL PIANO D' INCIDENZA
[1] $\alpha = \alpha_m = \frac{\mu_1 \operatorname{sen} r \cos i - \mu \operatorname{sen} i \cos r}{\mu_1 \operatorname{sen} r \cos i + \mu \operatorname{sen} i \cos r}$	[7] $\alpha = \alpha_m = \frac{\mu \operatorname{sen} i \cos i - \mu_1 \operatorname{sen} r \cos r}{\mu \operatorname{sen} i \cos i + \mu_1 \operatorname{sen} r \cos r}$
[2] $= \frac{\varepsilon \operatorname{sen} i \cos i - \varepsilon_1 \operatorname{sen} r \cos r}{\varepsilon \operatorname{sen} i \cos i + \varepsilon_1 \operatorname{sen} r \cos r}.$	[8] $= \frac{\varepsilon_1 \operatorname{sen} r \cos i - \varepsilon \operatorname{sen} i \cos r}{\varepsilon_1 \operatorname{sen} r \cos i + \varepsilon \operatorname{sen} i \cos r}.$
[3] $\beta = \frac{2\mu_1 \operatorname{sen} r \cos i}{\mu_1 \operatorname{sen} r \cos i + \mu \operatorname{sen} i \cos r}$	[9] $\beta = \frac{2\mu_1 \operatorname{sen} r \cos i}{\mu \operatorname{sen} i \cos i + \mu_1 \operatorname{sen} r \cos r}$
[4] $= \frac{2\varepsilon \operatorname{sen} i \cos i}{\varepsilon \operatorname{sen} i \cos i + \varepsilon_1 \operatorname{sen} r \cos r}.$	[10] $= \frac{2\varepsilon \operatorname{sen} i \cos i}{\varepsilon_1 \operatorname{sen} r \cos i + \varepsilon \operatorname{sen} i \cos r}.$
[5] $\beta_m = \frac{2\mu \operatorname{sen} i \cos i}{\mu_1 \operatorname{sen} r \cos i + \mu \operatorname{sen} i \cos r}$	[11] $\beta_m = \frac{2\mu \operatorname{sen} i \cos i}{\mu \operatorname{sen} i \cos i + \mu_1 \operatorname{sen} r \cos r}$
[6] $= \frac{2\varepsilon_1 \operatorname{sen} r \cos i}{\varepsilon \operatorname{sen} i \cos i + \varepsilon_1 \operatorname{sen} r \cos r}.$	[12] $= \frac{2\varepsilon_1 \operatorname{sen} r \cos i}{\varepsilon_1 \operatorname{sen} r \cos i + \varepsilon \operatorname{sen} i \cos r}.$

FORMOLE DI FRESNEL

Vibrazioni perpendicolari al piano d'incidenza

$$\alpha = \frac{\operatorname{sen} r \cos i - \operatorname{sen} i \cos r}{\operatorname{sen} r \cos i + \operatorname{sen} i \cos r}. \quad [13]$$

$$\beta = \frac{2 \operatorname{sen} r \cos i}{\operatorname{sen} r \cos i + \operatorname{sen} i \cos r}. \quad [14]$$

Vibrazioni parallele al piano d'incidenza . . . .

$$\alpha = \frac{\operatorname{sen} r \cos r - \operatorname{sen} i \cos i}{\operatorname{sen} r \cos r + \operatorname{sen} i \cos i}. \quad [15]$$

$$\beta = \frac{2 \operatorname{sen} r \cos i}{\operatorname{sen} i \cos i + \operatorname{sen} r \cos r}. \quad [16]$$

La simmetria delle formole [1] a [12] é evidente. Se si vogliono scrivere le formole [7], [8], [9], [10], [11] e [12], basta prendere ordinatamente le [2], [1], [6], [5], [4], e [3], e cambiare β, β_m, ε, μ, ε_1, μ_1, rispettivamente in β_m, β, μ, ε, μ_1, ε_1.

Siccome per la maggior parte dei corpi μ ha sensibilmente lo stesso valore, cosi potremo supporre $\mu = \mu_1$. Cosi facendo le formole [1], [3], [9] divengono identiche alle [13], [14], [16], mentre le espressioni [7] e [15] restano eguali e di segno opposto. Ma questa differenza di segno é solo apparente. Ed invero, nello stabilire le sue formole Fresnel prese come senso positivo della vibrazione riflessa quello pel quale la sua componente secondo la superficie di separazione é positiva. Invece qui si é preso E' come positiva, mentre la sua componente $X' = E' \cos i' = - E' \cos i$ é negativa.

Ne consegue che per arrivare alle formole di Fresnel, le quali, come si sa, sono verificate dall' esperienza, bisogna far corrispondere alla vibrazione dell' etere, non già la forza magnetica, ma precisamente la forza elettrica. Questa dunque è perpendicolare al piano di polarizzazione.

Se invece di porre $\mu = \mu_1$ si assumesse $\varepsilon = \varepsilon_1$, le formole [2] ed [8] diverrebbero rispettivamente identiche alle [15] e [13], mentre le [6] e [12] diverrebbero identiche alle [16] e [14]. In tale ipotesi sarebbe la forza magnetica che si comporterebbe in tutto come la vibrazione di Fresnel, e si concluderebbe che la forza elettrica giace nel piano di polarizzazione. Ma in realtà l' ipotesi $\varepsilon = \varepsilon_1$ è lontanissima dal vero.

Diversi Autori in epoche diverse stabilirono le formole per la riflessione e la rifrazione delle onde elettromagnetiche, ma arrivarono a risultati non sempre concordanti.

Così Fitzgerald (1), partendo dalle equazioni di Maxwell, trovò per la riflessione e la rifrazione formole corrispondenti a quelle di Mac-Cullagh.

J. J. Thomson (2) arrivò a formole per la riflessione identiche alle [1] e [7] del quadro precedente; ma per la rifrazione, invece di trovare le [3] e [9], giunse a formole che non sono altro che le [5] ed [11] moltiplicate per $\sqrt{\mu_1} : \sqrt{\mu}$, tanto che enunciò questa singolare conclusione che « il raggio rifratto è più *intenso*, nel rapporto $\frac{\cos i}{\cos r}$ » di quel che stabiscono le formole di Fresnel.

Lord Rayleigh (3) trovò per la riflessione formole equivalenti alle [1] ed [8]; ma non si occupò della rifrazione, limitandosi a dire che le relative formole si possono dedurre da quelle della riflessione coll' aiuto del principio della conservazione dell' energia.

Lorentz (4), partendo dalla teoria di Helmholtz (5), trovò per la riflessione le formole di Fresnel [13] e [15], mentre che per la rifrazione giunse ad espressioni, che non sono altro che quelle di Fresnel [14] e [16] moltiplicate per $\varepsilon_1 : \varepsilon$. A proposito di questo disaccordo fra le formole di Lorentz e quelle di Fresnel il Sig. E. W. fa osservare in una nota a piede di pagina, che il disaccordo stesso sparisce allorquando la luce si rifranga una seconda volta per ritornare nel mezzo di partenza.

Tumlirtz (6) trovò formole simili alle [1], [3], [7], e [9], ma con un

(1) *Phil. Mag.* 5, t. 7, p. 216.
(2) *Phil. Mag.* 5, t. 9, p. 284.
(3) *Phil. Mag.* 5, t. 12, p. 81.
(4) *Beibl.* 1877, p. 92.
(5) *Crellè' Journal*, 1870.
(6) *Die elektromagnetische Theorie des Lichts*, Leipzig 1883.

metodo che é stato più tardi criticato da Goldhammer (1), il quale peró giunge a formole sostanzialmente identiche. Formole simili sono date pure da Vaschy (2).

Infine Helmholtz (3) ha recentemente trattato esso pure questo soggetto. Siccome egli considera, non i valori della forza elettrica, ma quelli della polarizzazione magnetica, che indica con C_1, C_2, C_3, rispettivamente per l' onda incidente, la riflessa, e la rifratta, cosí trova per la riflessione, cioé pel rapporto $C_2 : C_1$, le stesse espressioni [1] e [7]. Ora il rapporto $C_2 : C_1$ corrisponde a $\mu F' : \mu F = E' : E = a$. Se poi colle formole stabilite da Helmholtz si calcola il rapporto $C_3 : C_1$, si trovano espressioni, che non sono altro che le [5] ed [11] moltiplicate per $\mu_1 : \mu$. Ora, colle notazioni qui adoperate $C_3 : C_1$ diventa $\mu_1 F_1 : \mu F$, ossia $\mu_1 \beta_m : \mu$. Dunque le formole di Helmholtz si accordano perfettamente con quelle stabilite nella presente Nota, ma non conducono alle formole di Fresnel facendovi $\mu = \mu_1$.

È soltanto col considerare i fattori di riflessione e di rifrazione relativi alla forza elettrica, che si ottengono formole, le quali per $\mu = \mu_1$ si trasformano in quelle di Fresnel. Calcolando, come fa Helmholtz, i fattori di riflessione e di rifrazione relativi alla polarizzazione magnetica, si hanno formole differenti, almeno per la rifrazione. Lo stesso accade calcolando quei fattori relativamente o alla forza magnetica o alla polarizzazione elettrica.

Le divergenze esistenti fra le formole trovate dai diversi Autori per la rifrazione delle onde elettromagnetiche, provengono in molti casi dall' avere essi arbitrariamente considerato, o la forza magnetica, o la polarizzazione ecc., come corrispondente alla vibrazione luminosa. Cosí, per esempio, basta calcolare il fattore di rifrazione relativo alla polarizzazione elettrica, per giungere alle formole di Lorentz.

Le formole trovate permettono di constatare che l' energia delle onde incidenti si ripartisce integralmente fra le riflesse e le rifratte, non solo in complesso, ma anche considerando porzioni *corrispondenti*, vale a dire tali che sieno proiezioni d' una stessa area presa sulla superficie di separazione fra i due dielettrici.

L' energia per unitá di volume del dielettrico attraversato dalle onde incidenti è $\frac{1}{8\pi}\left(\varepsilon E^2 + \mu F^2\right)$ (4). Questa espressione si puó trasformare in altre equivalenti, come $\frac{1}{4\pi}\varepsilon E^2$, $\frac{1}{4\pi}\sqrt{\varepsilon\mu}\,EF$, od anche $\frac{EF}{4\pi A V}$, ricorrendo alle

(1) *Wied. Ann.* t. 47, p. 277 (1892).
(2) *Traité d' Electricité et de Magnétisme*, t. 1, p. 406.
(3) *Wied. Ann.* t. 48, p. 402 (1893).
(4) l. c. p. 213.

formole $\sqrt{\varepsilon}E = \pm\sqrt{\mu}F$, $AV\sqrt{\varepsilon\mu} = 1$. Siccome E ed F sono funzioni di t, l'energia varia col tempo; ma se si suppone che quelle funzioni sieno periodiche, si potrà calcolare il valore medio per ogni periodo T dell'energia contenuta nell'unità di volume.

Ciò posto, si consideri un'onda incidente, una riflessa ed una rifratta, queste due però scelte in modo che su di esse le forze elettrica e magnetica abbiano fase eguale a quella che hanno sull'onda incidente. Se E ed F sono quelle forze su quest'onda, quelle sull'onda riflessa saranno $E' = \alpha E$, $F' = \alpha_m F$, e quelle sull'onda rifratta: $E_1 = \beta E$, $F_1 = \beta_m E$. Si considerino inoltre le tre onde nella posizione che vanno ad occupare dopo un tempo dt; poi, presa un'area qualunque a sulla superficie di separazione, si conducano per tutti i punti del suo contorno le normali ai tre sistemi di onde. Le tre superfici cilindriche, di cui quelle normali sono le generatrici, taglieranno nei tre strati di spessore infinitesimo limitati dalle tre onde considerate nelle due posizioni successive, tre porzioni corrispondenti, il cui volume sarà rispettivamente:

$$a \cos i \,.\, Vdt, \quad a \cos i \,.\, Vdt, \quad a \cos r \,.\, V_1 dt.$$

L'energia contenuta in questi tre volumi sarà:

$$\frac{aEF}{4\pi A} \cos i \, dt, \quad \frac{aEF}{4\pi A} \cos i \, \alpha\alpha_m dt, \quad \frac{aEF}{4\pi A} \cos r \, \beta\beta_m dt.$$

La somma delle due ultime è

$$\frac{aEF}{4\pi A} \cos i \, dt \left(\alpha\alpha_m + \frac{\cos r}{\cos i} \beta\beta_m \right).$$

Ora, sia coi valori [1], [3], [5], sia coi valori [7], [9] ed [11] si trova che la quantità fra parentesi è eguale all'unità. Dunque le energie contenute nei tre volumi corrispondenti sono tali, che quella del volume preso sull'onda incidente eguaglia la somma di quelle dei volumi presi sulle onde riflesse e rifratte.

La stessa relazione fra le tre energie sussiste evidentemente se, invece di considerare volumi corrispondenti di spessore infinitesimo, si considerano volumi il cui spessore, nel senso della propagazione delle onde, sia eguale alla lunghezza d'onda. Infatti, le tre energie divengono rispettivamente:

$$\frac{a \cos i}{4\pi A} \int_t^{t+T} EF dt, \quad \frac{a \cos i}{4\pi A} \alpha\alpha_m \int_t^{t+T} EF dt, \quad \frac{a \cos r}{4\pi A} \beta\beta_m \int_t^{t+T} EF dt,$$

e la somma delle due ultime è ancora eguale alla prima. Anzi, non è più necessario in tal caso di presupporre eguali le fasi sulle tre onde che servono di base ai tre volumi corrispondenti, giacchè nei vari strati infinitesimi in cui si può immaginare diviso uno strato di spessore eguale alla lunghezza d'onda, si trovano sempre tutte le fasi possibili, qualunque sia la fase corrispondente alle onde che formano le basi di quello strato.

Si può dunque affermare che, presi tre volumi corrispondenti di spessore eguale alla lunghezza d'onda (oppure ad un multiplo di questa), l'energia contenuta nel volume preso sulle onde incidenti è eguale alla somma delle energie contenute in quelli presi sulle onde riflesse e sulle rifratte.

Fra le energie medie per unità di volume sussiste una relazione differente. Dicendo w, w', w_1 queste energie medie per unità di volume, rispettivamente per le onde incidenti, riflesse e rifratte, esse non saranno altro che le tre espressioni precedenti divise pei volumi, cioè ordinatamente per $a \cos i \,.\, \lambda$, $a \cos i \,.\, \lambda$, $a \cos r \,.\, \lambda_1$, dicendo λ e λ_1 le lunghezze d'onda nei due dielettrici. Le tre espressioni suddette si possono dunque scrivere così:

$$w a \lambda \cos i, \quad w' a \lambda \cos i, \quad w_1 a \lambda_1 \cos r;$$

e siccome la prima è eguale, come si è visto alla somma delle due ultime:

$$w \,\mathrm{sen} 2\, i = w' \,\mathrm{sen} 2\, i + w_1 \,\mathrm{sen} 2\, r.$$

Tale è dunque la relazione fra le energie medie per unità di volume.

Ai precedenti ragionamenti si può dare un'altra forma, adottando il concetto del movimento dell'energia elettromagnetica (1).

L'espressione $\frac{a \cos i}{4\pi A}\int_t^{t+T} EF dt$, che rappresenta l'energia contenuta in uno strato parallelo alle onde incidenti, di base $a \cos i$ e di spessore eguale alla lunghezza d'onda, rappresenta in pari tempo l'energia che passa per l'area $a \cos i$ nel tempo T. L'energia media che passa nell'unità di tempo sarà quindi $\frac{a \cos i}{4\pi A T}\int_t^{t+T} EF dt$, ossia $W a \cos i$, dicendo W l'energia che passa nell'unità di tempo per un'area unità, ossia ponendo $W = \frac{1}{T}\int_t^{t+T} \frac{EF}{4\pi A} dt$. Similmente, dicendo W', W_1 le energie che nell'unità di tempo passano per

(1) l. c. p. 233. — Poynting, *Phil. Trans.* t. 175, p. 343.

un' area uno parallela alle onde riflesse o alle rifratte, ossia ponendo:

$$W' = \frac{1}{T}\int_t^{t+T} \frac{E'F'}{4\pi A} dt, \qquad W_1 = \frac{1}{T}\int_t^{t+T} \frac{E_1 F_1}{4\pi A} dt,$$

le energie che passano nell' unità di tempo per aree $a \cos i$, $a \cos r$, parallele alle onde riflesse e rifratte, saranno: $W' a \cos i$, $W_1 a \cos r$. Ora, essendo $W' = a \alpha_m W$, $W_1 = \beta \beta_m W$, si riconosce che:

$$W a \cos i = W' a \cos i + W_1 a \cos r,$$

cioè che l' energia che le onde incidenti fanno passare nell' unità di tempo per l' area $a \cos i$ ad esse parallela, è eguale alla somma delle energie che le onde riflesse e le rifratte fanno passare rispettivamente per le aree $a \cos i$, $a \cos r$, parallele alle medesime. Od anche: l' energia che nell' unità di tempo le onde incidenti fanno giungere ad un' area qualunque a presa sulla superficie di separazione, è eguale alla somma delle energie che, insieme alle onde riflesse e rifratte, emanano nell' unità di tempo dall' area stessa. E così si può dire che l' energia elettromagnetica si muove perpendicolarmente alle superfici d' onda, e si riflette e rifrange colle leggi dell' Ottica.

L' energia che per unità di tempo passa per l' unità di area, misura l' intensità degli effetti prodotti dalle onde elettromagnetiche, per esempio l' intensità d' illuminazione I sopra un diaframma ad asse parallelo. Ne consegue che l' intensità d' illuminazione I prodotta dalle onde incidenti non è eguale alla somma di quelle, I' ed I_1, prodotte dalle onde riflesse e dalle rifratte. Si ha invece $I \cos i = I' \cos i + I_1 \cos r$.

Se in Ottica si suol dire che l' intensità d' un fascio di raggi incidenti è eguale alla somma delle intensità dei fasci riflesso e rifratto, è perchè allora non si considerano le illuminazioni prodotte su aree eguali, ma invece la totalità degli effetti prodotti dai tre fasci, senza badare alla circostanza che, mentre la sezione trasversale del fascio riflesso è eguale a quella del fascio incidente, la sezione trasversale del fascio rifratto è differente, e precisamente eguale a quella di ciascuno degli altri due moltiplicata per $\cos r : \cos i$.

ERRATA-CORRIGE

Verso la fine del § 32, dopo il periodo che termina:
tanto l' intensità delle due forze che la loro direzione.

Aggiungere:

Si facciano infatti coesistere due onde piane che si propaghino insieme nella direzione Ox (fig. 16), sull'una delle quali la forza elettrica sia parallela ad Oy ed espressa da $a \operatorname{sen} \theta$ $\left(\text{ponendo sempre } \theta = \frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{x}{V}\right)\right)$, e sull'altra sia parallela ad Oz ed espressa da $b \cos \theta$. Le componenti della forza elettrica e della magnetica sull' onda risultante, che corrisponderà ad un' onda luminosa polarizzata elitticamente, saranno:

$$X = 0, \quad Y = a \operatorname{sen} \theta, \quad Z = b \cos \theta,$$
$$L = 0, \quad \sqrt{\mu} M = \sqrt{\varepsilon}\, b \cos \theta, \quad \sqrt{\mu} N = -\sqrt{\varepsilon}\, a \operatorname{sen} \theta.$$

Consideriamo dapprima le componenti X, Y, Z della forza elettrica $E = \sqrt{a^2 \operatorname{sen}^2 \theta + b^2 \cos^2 \theta}$. Esse non sono altro che le coordinate della posizione occupata dalla particella d' etere vibrante nella teoria di Fresnel (ammesso che a e b sieno le ampiezze delle due vibrazioni rettilinee componenti), per cui la forza elettrica E sarà rappresentata in grandezza e direzione dalla retta che congiunge la particella stessa alla sua posizione d' equilibrio. Ora, secondo quella teoria, la particella percorre un' elisse, posta nel piano dell' onda e di equazione $\frac{Y^2}{a^2} + \frac{Z^2}{b^2} = 1$, e questo moto elittico è proiezione di un moto circolare uniforme. Si può dunque descrivere la maniera nella quale varia col tempo la forza elettrica E in un punto A del dielettrico nel modo seguente.

S' immagini condotto per A un piano normale ad Ox, e quindi parallelo alle onde, che chiameremo piano P, come pure un altro piano orientato in modo, che una circonferenza di centro A su esso tracciata abbia per proiezione sul piano P l' elisse $\frac{Y^2}{a^2} + \frac{Z^2}{b^2} = 1$. Evidentemente se $a > b$ questo piano passerà per l' intersezione del piano P col piano yOx, e se $b > a$ passerà per l' intersezione del piano P col piano zOx, ed il raggio della circonferenza sarà eguale ad a nel primo caso ed a b nel secondo. Se ora si suppone che un raggio di questa circonferenza giri uniforme-

mente intorno al centro, in modo da impiegare in ogni giro il tempo T, la sua proiezione sul piano P rappresenterà continuamente in grandezza e direzione la forza elettrica E nel punto A.

Per un medesimo istante la forza E ha lo stesso valore e la stessa direzione, non solo in tutti i punti del piano P, ma anche in tutti i punti dei piani paralleli a P e distanti da questo di un multiplo intero di lunghezze d'onda, mentre per i piani intermedi avrà grandezza e direzione diverse, determinate dal valore differente, in proporzione della distanza dal piano P, dell'angolo che il raggio mobile fa con una direzione fissa presa nel piano della circonferenza.

Se quindi per tutti i punti di una retta normale alle onde, per esempio Ox, s'immaginano rappresentate in grandezza e direzione, per mezzo di tante rette, le forze elettriche che ad un dato istante ivi agiscono, le estremità di tali rette disegneranno una specie di elica, giacente sulla superficie cilindrica che ha per direttrice l'elisse $\frac{Y^2}{a^2}+\frac{Z^2}{b^2}=1$, e per generatrici delle parallele ad Ox. Se poi si suppone, che questa curva si sposti uniformemente nel senso Ox della propagazione delle onde con velocità V, essa varrà a dare idea della forza E nei vari punti della retta Ox (e quindi anche in tutti i punti dei piani normali ad Ox) nei successivi istanti di tempo.

Una volta acquistata in tal modo la cognizione completa della forza elettrica E, sarà facile concepire anche la distribuzione, nello spazio e nel tempo, della forza magnetica F, rammentando che dalle sei equazioni scritte più sopra si ricava facilmente che F è perpendicolare ad E e che $\sqrt{\mu}F=\sqrt{\varepsilon}E$.

Naturalmente, le spiegazioni già date per render conto della distribuzione delle due forze nel dielettrico pei casi di vibrazioni rettilinee e di vibrazioni circolari, si potrebbero dedurre, come casi particolari, dalla spiegazione ora data pel caso di vibrazioni elittiche.

INDICE

PARTE I.

Descrizione degli apparecchi.

PARTE II.

Esperienze.

CAPITOLO I.

Esperienze di Hertz; frangie d' interferenza.

CAPITOLO II.

Interferenza colle lamine sottili.

CAPITOLO III.

Fenomeni di diffrazione.

CAPITOLO IV.

Riflessione.

CAPITOLO V.

Rifrazione e riflessione totale.

CAPITOLO VI.

Trasmissione delle radiazioni elettriche attraverso i dielettrici.

CAPITOLO VII.

Sulle onde emesse dai risonatori in azione.

OSSERVAZIONI

SUI PORI CUTANEI DEI COCCODRILLI

MEMORIA

DEL PROF. CARLO EMERY

(Letta nella Seduta delli 27 Maggio 1894)

(CON TAVOLA)

In un lavoro precedente (1), nel quale ho discusso varie questioni relative alla morfologia dei peli e alle loro relazioni con gli organi epidermici di altri Vertebrati, ho formulato la tesi, che i peli dei Mammiferi e i denti cutanei dei Selaci sono fra loro omologhi, perchè derivano dagli stessi organi del tegumento dei Vertebrati primitivi, mentre le squame dei Rettili (dalle quali derivarono forse le penne degli Uccelli) rappresentano le piastre ossee di sostegno dei denti cutanei, col loro rivestimento epidermico divenuto preponderante sulle parti mesodermiche sottostanti. Non vi è dunque omologia fra i peli e le squame, ma queste due categorie di organi cutanei possono coesistere, come avviene in fatti in taluni Mammiferi, nei quali la pelle è fornita di scudi o squame, e insieme di peli.

M. Weber (2) ammette che i primi Mammiferi avessero la pelle squamosa, e che *negl' interstizi delle squame* sorgessero i primi peli dei quali non cerca di spiegare l' origine. Credo anch' io che i Mammiferi primitivi fossero forniti di squame epidermiche e forse anche di uno scheletro cutaneo, dalle quali formazioni derivarono la corazza degli Sdentati loricati e le squame dei Pangolini e quelle che si osservano in varie parti del corpo di molti Mammiferi viventi; ma le mie osservazioni, e specialmente l' esame della pelle di *Dasypus* e *Chlamydophorus*, mi hanno condotto a ritenere che i primi peli si trovassero, non tra le squame, ma *entro l' area*

---

(1) Emery. *Ueber die Verhältnisse der Säugethierhaare zu schuppenartigen Hautgebilden* in: Anat. Anzeiger, 1893. VIII, N. 21-22, pag. 731-738.

(2) M. Weber. *Ueber den Ursprung der Haare und über Schuppen bei Säugethieren.* in: Anat. Anzeiger, 1893. VIII, N. 12-13, pag. 413-423.

di ciascuna squama, come i denti cutanei dei Selaci sono impiantati nel mezzo delle squame placoidi corrispondenti.

Ma, se l' origine dei peli è quale io l' ho supposta, ne consegue che, nei primi Amnioti, dai quali derivarono Rettili e Mammiferi, e nei primi Stapediferi, antenati comuni degli Amnioti stessi e degli Anfibi, dovessero esistere organi omologhi ai peli dei Mammiferi. E ciò ammesso, diviene verosimile che, in alcuni Rettili, e forse ancora in alcuni Anfibi, si possano riscontrare delle formazioni derivate dalla stessa fonte che diede origine ai peli e ai loro organi ghiandolari. La scoperta di tali formazioni, se esistono realmente, dipenderà senza dubbio molto dal caso, ma sarà agevolata dal pensiero della loro probabile esistenza, almeno in forma rudimentale.

I pori della pelle dei Coccodrilli che sono oggetto di questo studio, furono scoperti dal Rathke (1). Secondo questo autore, si trovano sugli scudi del ventre, della coda, dei fianchi e di una parte della testa, nei Crocodilidi e Gavialidi, mentre mancano negli Alligatoridi. Sono situati nel mezzo di ciascuno scudo, più vicino al margine posteriore, anzi, proprio in vicinanza di esso margine negli scudi rettangolari del ventre, e costituiscono una leggera depressione della pelle, spesso rilevata ad ombelico nel mezzo. — C. K. Hoffmann, nel volume dei Rettili dell' opera di Bronn, confermò i risultati di Rathke, ai quali aggiunse alcune osservazioni istologiche poco importanti. — Del resto non conosco altri lavori originali su questi pori.

Io non ho studiato i Coccodrilli adulti, dei quali non avevo a mia disposizione che vecchi esemplari secchi. In embrioni di *Crocodilus*, posso confermare quanto disse Rathke, circa la distribuzione dei pori. In un giovane *Alligator lucius,* ho trovato qua e là pochi pori sugli scudi ventrali.

La posizione di questi organi che ricorda quella del pelo centrale sugli scudi cutanei degli Armadilli fu quella che mi fece sospettare che potessero essere organi omologhi ai peli e m' indusse a studiarne la struttura e lo sviluppo. Se i risultati di questa ricerca sono molto incompleti, lo si deve anzitutto al materiale scarso e difettoso di cui ho potuto disporre. Questo consisteva da prima in alcuni embrioni di *Crocodilus niloticus* provenienti da Madagascar e vendutimi dal noto collettore Sikora. Il Prof. Wiedersheim ebbe poi la cortesia di mandarmi vari pezzi di embrioni di *Crocodilus biporcatus* di Ceylan e frammenti di pelle di un esemplare giovane della stessa specie (con l' etichetta *C. porosus)* proveniente dall' Australia; gliene esprimo qui la mia gratitudine.

(1) Rathke. *Untersuchungen über die Entwickelung und den Körperbau der Krokodile.* Braunschweig 1866, pag. 23-24.

Le due specie studiate offrono fra loro differenze considerevoli, per cuî le descriverò successivamente.

Nei più giovani stadi del *C. niloticus* che io abbia studiati (lunghezza totale 15 centim.) il punto del tegumento in cui deve formarsi un poro, offre un ispessimento dell' ectoderma; le cellule dello strato più profondo si fanno alte e strette, e l' ispessimento si approfonda nel derma sottostante (Fig. 1). Le cellule epidermiche dello strato profondo offrono alla loro base una zona striata perpendicolarmente al piano della membrana basale. Alcune cellule pigmentate si notano nel derma e anche tra le cellule epidermiche. Nel derma, al disotto dell' ispessimento ectodermico, le cellule mesodermiche si raccolgono in maggior copia, costituendo un cumulo ben distinto.

Questa condizione offre una rassomiglianza degna di nota col primo accenno di un pelo, come mostrerà il confronto con la Fig. 2, tratta dal cuoio capelluto di un embrione umano di 13 centimetri. Anche qui si ha un ispessimento dello strato profondo dell' epidermide, sotto il quale si forma un cumulo di elementi mesodermici (abbozzo della papilla).

In uno stadio molto più inoltrato, rappresentato a Fig. 3, il luogo del futuro poro costituiscé alla superficie della cute una sporgenza rotondeggiante, circondata da debole solco circolare. Sulle sezioni, si vede sotto la sporgenza dell' epidermide un rilievo corrispondente del derma, a forma di larga papilla, in cui le cellule sono molto più stipate che nelle parti vicine della pelle, e in cui mancano le cellule pigmentate. Esaminando attentamente le serie di sezioni, si può riconoscere che, in ciascuna papilla, penetrano un' ansa vascolare e un sottile filetto nervoso; come quest' ultimo vada a terminare non ho potuto riconoscere.

In questo stadio, la struttura dell' epidermide merita di fermare un momento l' attenzione. Lo strato di cellule che trovasi alla superficie costituisce una membranella continua, mentre, alla sua faccia profonda, si differenzia in una zona di bastoncelli o peluzzi perpendicolari alla superficie, come si riscontra nel piano di sfaldamento dell' epidermide nella muta dei Rettili. I nuclei stanno tra la pellicola superficiale e la zona a bastoncelli. Nelle cellule degli strati medii dell' epidermide, si osserva il principio della formazione dello strato a bastoncelli sotto il nucleo. Io ritengo che queste apparenze siano l' espressione di un processo di sfaldamento degli strati superficiali dell' epidermide, i quali si staccano ad uno ad uno, a differenza di quanto avviene in generale nei Rettili squamosi. L' epidermide che riveste la papilla non differisce essenzialmente da quella delle parti circostanti. Essa è soltanto un poco più spessa, il numero degli strati di nuclei è un poco maggiore, e le sue cellule sono un poco più

piccole. Lo strato superficiale di cellule è più sottile, e specialmente la relativa zona a bastoncelli è più regolare. (Vedasi anche la Fig. 4).

Ho rappresentato nella Fig. 4 la sezione di una papilla delle labbra dello stesso embrione. Queste papille che si trovano al numero di una o due in ciascuna squama hanno la medesima apparenza esterna di quelle del tronco: la loro epidermide ha la identica struttura, ma, nel derma, vedesi differenziata una massa di cellule stipate, disposte a strati concentrici, nella quale penetra un ramuscolo nervoso. Io considero questa formazione come un organo nervoso terminale, una specie di corpuscolo di Herbst molto meno altamente differenziato. — Che queste papille siano omologhe ai pori di altre parti del corpo mi sembra fuori dubbio; soltanto, intorno alla bocca, si sono perfezionate come organi speciali di senso tattile, per un differenziamento progressivo avvenuto nella loro parte mesodermica, intorno alle terminazioni nervose.

Negli Alligatori, che sono privi dei pori cutanei del corpo (1), si vedono nella cute delle labbra delle macchiette prive di pigmento, e che, per la loro distribuzione, corrispondono esattamente alle papille labiali dell' embrione di *Crocodilus niloticus*. Ho fatto delle sezioni del labbro di un giovane *Alligator lucius*, ed ho potuto osservarvi organi terminali nervosi non dissimili da quelli descritti sopra nell' embrione di *Crocodilus*. Ma lo stato di conservazione dell' esemplare non concedeva uno studio più minuto.

Lo sviluppo dei pori nel *Crocodilus biporcatus* offre un quadro molto diverso. In stadi corrispondenti al più giovane embrione di *C. niloticus*, l' epidermide non offre alcuna notevole modificazione nel punto dove si formerà un poro, ma soltanto si osserva un cumulo di cellule mesodermiche sotto l' epidermide. Per molto tempo, le cose rimangono quasi stazionarie, e una vistosa lacuna separa gli stadi embrionali più inoltrati che io abbia studiati dallo stadio giovane che ora passo a descrivere, rappresentato dall' esemplare australiano mentovato sopra.

In questo stadio, i pori sono poco profondi, e non offrono papilla notevolmente sporgente nel loro centro. Sulle sezioni, si può riconoscere talvolta una leggera sporgenza del derma sotto il poro, ed ivi il pigmento manca e le cellule mesodermiche sono più abbondanti in mezzo al connettivo, che costituisce un ammasso rotondeggiante, avvolto dal tessuto

---

(1) Nell' esemplare di *Alligator* di cui ho esaminato le papille labiali, ho pure riscontrato sopra alcuni scudi addominali 1-2 pori, e ne ho fatto sezioni. Però, all' infuori di un' infossamento dell' epidermide, non ho potuto riconoscere nessuna struttura degna di nòta. Forse sono rudimenti dei pori dei Crocodilidi. Non sarebbe inverosimile che, nello sviluppo degli *Alligator*, si costituissero accenni di pori, destinati a sparire più tardi.

pigmentato circostante (Fig. 5, 8); vi penetrano vasi sanguigni e vi si scorge talvolta (forse sempre?) un sottile filamento nervoso. L' epidermide è molto diversa da quella del *C. niloticus;* allo strato profondo o basale, di cellule più o meno cilindriche, seguono due o tre strati di cellule poliedriche a nuclei rotondeggianti, e poi strati di cellule piatte che si sfaldano in lamelle, ma che non sono separati fra loro da zone a bastoncelli. Così è nell' epidermide che circonda i pori. (Fig. 6). — Nei pori stessi, il numero degli strati di cellule sovrapposti allo strato basale è maggiore, e le loro cellule sono più appiattite e fanno gradualmente passaggio a quelle degli strati della superficie (Fig. 7), ma queste, invece di sfaldarsi facilmente a lamelle, sono strettamente aderenti fra loro, e costituiscono alla superficie dell' epidermide del poro un rivestimento compatto, da cui si staccano solo gli straterelli più esterni. Inoltre, l' epidermide dei pori è manifestamente pigmentata: nello strato basale, il pigmento sta entro elementi interposti tra le cellule epiteliali (cellule migranti); negli strati a cellule piatte, il pigmento trovasi intorno ai nuclei dell' epitelio.

Questa descrizione si applica a quei pori che ho creduto dovere considerare come in istato normale. Altri offrivano alterazioni dell' epidermide, con formazione di ispessimenti e distacco di strati dovuto alla presenza di un microparassita intracellulare.

I risultati dell' esame di queste due specie sono talmente discrepanti, che qualsiasi considerazione generale vi si voglia connettere dovrà essere espressa con molte riserve, essendo tuttora possibile che l' esame di stadi differenti da quelli che ho studiati risolva le contraddizioni apparenti; e perciò sarebbe sopratutto da desiderarsi lo studio di esemplari più sviluppati del *Crocodilus niloticus.* Se le differenze nella struttura dell' *epidermide* di quelle due specie sono veramente così profonde come sembrano indicarlo i miei preparati, esse sono segno di grande divergenza nel loro sviluppo filetico. In quanto alle divergenze nella struttura e nello sviluppo dei « *pori* », forse trovano la loro spiegazione nell' ipotesi che questi organi siano formazioni rudimentali, derivanti da organi molto diffusi nei Rettili primitivi e conservatisi solo nei Loricati, anzi, solo nei gruppi dei Crocodilidi e Gavialidi, ma non negli Alligatoridi, fuorchè sulla pelle delle labbra, dove hanno acquistato uno sviluppo più completo e costante, come organi di tatto.

Ho già accennato sopra alle rassomiglianza tra il primo accenno dei « pori » nel *C. niloticus* con quello dei peli nell' embrione umano. Nello stato sviluppato della pelle nel *C. biporcatus,* si può ancora considerare come condizione istologica rassomigliante a quella dei peli il fatto che,

nel poro stesso, l' epidermide ha una tessitura più compatta, meno soggetta a sfaldamento e offre ancora particolari condizioni di pigmentazione. Ma questi rapporti sono senza dubbio molto lontani: una comparazione diretta dei pori dei Coccodrilli coi peli non é ammissibile, ma solo una comparazione indiretta con un termine comune di confronto ancora ignoto, cioè con un organo primitivo, dal quale gli uni e gli altri sono derivati.

APPENDICE

Dopo la presentazione di questa Memoria, alcune importanti pubblicazioni intorno ad argomenti strettamente affini hanno veduto la luce.

Il Dott. De Meijere (1) ristampa in tedesco il suo lavoro olandese, aggiungendovi alcune considerazioni critiche al mio indirizzo; egli nega ogni valore alle mie vedute, perchè appoggiate sull' esame di poche forme, mentre le sue sono avvalorate dallo studio di un esteso materiale. A questi apprezzamenti rispondo col rimettermi al giudizio di chi verrà dopo di noi; ora la questione é aperta e non mancherà chi se ne occupi.

E appunto il Dott. L. Reh (2) ha fatto uno studio speciale delle squame dei Mammiferi e delle loro relazioni con i peli. Le sue ricerche affatto indipendenti dalle mie confermano la mia opinione, che i peli non nascono tra le squame o dietro le squame, ma nelle squame stesse.

È poi particolarmente interessante un lavoro del Prof. Poulton (3) sopra alcuni organi epidermici dell' Ornitorinco. In questo animale, di cui l' autore ha studiato un giovane esemplare che fu già oggetto di vari importanti studi anatomici, egli distingue due sorta di peli. I più grandi, che sorgono isolati, sono piatti, con struttura simmetrica che può essere paragonata a quella delle penne; le prime fasi del loro sviluppo sono ignote. Gli altri sono raccolti a fascetti (4 fascetti per ogni pelo princi-

(1) J. C. H. de Meijere. *Ueber die Haare der Säugethiere, besonders über ihre Anordnung.* in: Morph. Jahrb. 1894. XXI, pag. 312-424.

(2) L. Reh. *Die Schuppen der Säugethiere.* in: Verh. Naturw. Verein Hamburg. (3), I, 1894.

(3) Edward B. Poulton. *The structure of the Bill and Hairs of Ornithorhynchus paradoxus; with a discussion of the homologies and origin of Mammalian hair.* in: Quart. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. XXXVI, pag. 143-199, pl. 14, 15, 15ª; 1894.

pale) che sorgono ciascuno dal fondo di una invaginazione cava dell' epidermide. L' autore pensa che queste invaginazioni cave rappresentano una condizione primitiva, rispetto all' invaginazione solida dei peli degli altri Mammiferi, e che con questo fatto sparisce una delle principali differenze tra pelo e penna; egli si sforza di ricondurre all' unità di struttura questi due generi di appendici epidermiche. — Non è qui il luogo di discutere questa omologia, alla quale si oppone, a mio avviso, particolarmente il diversissimo modo di muta dei peli e delle penne. Ma qualora si voglia pure ammettere che i peli e le penne siano derivati da un medesimo organo primitivo, la loro parentela è così remota da non poter dare luogo ad un confronto diretto delle loro diverse parti.

Nel becco dell' Ornitorinco, il Poulton descrive certi organi epidermici singolari cui dà il nome di « push-rods »: sono bastoncelli compatti, differenziati dall' epidermide circostante e che, con la loro base, stanno a contatto con un gruppo di corpuscoli paciniani ai quali trasmettono la pressione della superficie, come il bottone di un campanello elettrico trasmette la pressione del dito alla molla sottostante. Per quanto differenti dai peli, questi organi, che non subiscono mute, offrono pure coi peli qualche lontana rassomiglianza nella loro struttura istologica. A me ricordano altresì, in certo modo, le papille labiali dei Coccodrilli, mentre i corpuscoli paciniani situati al disotto di essi mi sembrano rappresentare gli organi tattili molto più indifferenti degli stessi Coccodrilli. Anche questi organi non sono peli, ma io credo probabile che derivino da quelli stessi organi primitivi dai quali derivarono pure i peli, nonché le papille e pori cutanei dei Coccodrilli. Qualora venisse dimostrato che le penne non sono squame trasformate, ma organi sui generis, differenziatisi nel mezzo delle squame, potrebbero anch' esse ricondursi alla medesima origine.

Settembre 1894.

Spiegazione della Tavola

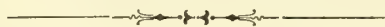



Fig. 1 — *Crocodilus niloticus.* Embrione di 15 centimetri. Accenno di un poro cutaneo degli scudi del ventre. Ingrandimento 380 : 1.

» 2 — Uomo. Embrione di 13 centimetri. Accenno di un pelo nel cuoio capelluto. Ingrand. 270 : 1.

Fig. 3 — *C. niloticus*. Embrione di 24 centimetri. Sezione trasversa di un piccolo scudo ventrale con poro cutaneo in forma di papilla sporgente. Ingrand. 180 : 1.

» 4 — id. Sezione di una papilla del labbro. Ingrand. 270 : 1.

» 5 — *Crocodilus biporcatus*, giovane. Sezione trasversa di un poro dei grandi scudi ventrali. Ingrand. 180 : 1.

» 6 — Dallo stesso preparato. Epidermide del poro a più forte ingrandimento. Ingrand. 380 : 1.

» 7 — id. Epidermide delle parti che circondano il poro. Ingrand. 380 : 1.

» 8 — *C. biporcatus*, giovane. Sezione di un piccolo scudo dei lati del ventre col suo poro. Ingrand. 180 : 1.

» 9 — Dallo stesso preparato. Epidermide del poro a più forte ingrandimento. Ingrand. 380 : 1.

Fig. 1.

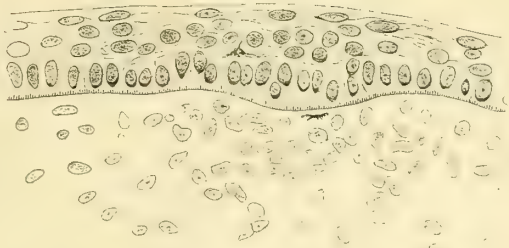



Fig. 4.

Fig. 3.

Fig. 2.

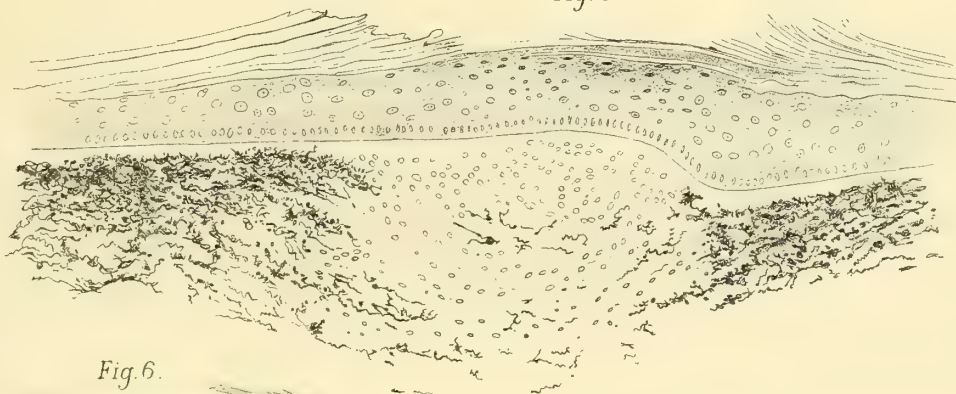
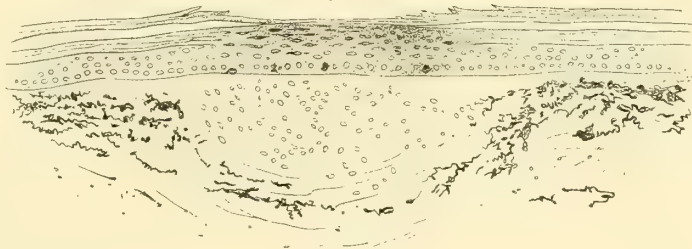
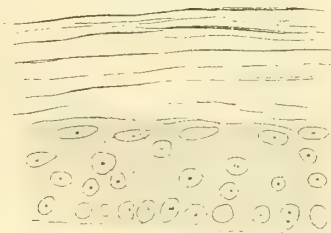
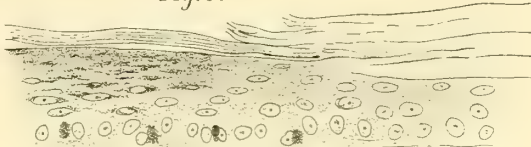
Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 8.

Fig. 7.

Fig. 9.

C. Emery dis. F. Chiarini lit. Lit. Mazzoni e Rizzoli-Bologna

IL METODO SCHÜTZENBERGER-SIEGFRIED

PER

LA DETERMINAZIONE DELL' OSSIGENO MOBILE DEL SANGUE

PROVE SPERIMENTALI ESEGUITE CON UN NUOVO APPARECCHIO

DEL

Dott. IVO NOVI

AIUTO E DOCENTE DI FISIOLOGIA NELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

(Lette nella Seduta del 10 Dicembre 1893).

CON TAVOLA

Il sangue trattato con idrosolfito di sodio secondo le indicazioni del Dott. Siegfried cede solamente una parte del suo ossigeno, di quello cioè che si può estrarre con la pompa.

Quando il sangue ha perduto questa sola parte d' ossigeno non presenta più traccia di ossiemoglobina rilevabile allo spettroscopio.

Se la formazione e la riduzione dell' ossiemoglobina rappresentano il meccanismo per il quale l' ossigeno entra ed esce dal sangue, é chiaro che sarà l' ossigeno dell' ossiemoglobina determinabile coll' idrosolfito, quello che a vicenda entrerà ed uscirà dal sangue.

È appunto questa parte dell' ossigeno del sangue che ho creduto opportuno chiamare *ossigeno mobile.*

Da quando il Boyle ha dimostrato che dal sangue si possono estrarre dei gas, vari metodi furono studiati e perfezionati per eseguire quest' estrazione e tutti oggi hanno ceduto il posto a quello della pompa a mercurio, metodo che fondato dall' Hoppe-Seyler sul fatto scoperto dal Mayow, venne tanto perfezionato dal Ludwig e poi dal Pflüger.

È noto che con questo metodo si mette il sangue in condizione di perdere tutti i gas disciolti o lassamente combinati e che tale condizione viene effettuata col porre il sangue in un ambiente in cui essendo stato fatto il vuoto quasi assoluto si é ridotta al minimo possibile la pressione parziale di tutti i gas.

Se si pensi che una modificazione delle più utili portate a questo metodo consiste nell' elevare la temperatura del sangue introdotto nell' appa-

recchio in cui avviene l' estrazione, e che questa elevazione giunge ai 60° e 70°, si comprenderà di leggeri come a rigore non si possa ammettere che questo metodo valga veramente a sottrarre dal sangue solamente quella parte di ossigeno che si trova legata alla ossiemoglobina e che questa abbandona in seno ai tessuti. E d' altra parte la pressione parziale dell' ossigeno che si trova nei tessuti non è nulla com' è entro la pompa.

Di certo questo metodo è il più esatto che ci permetta di determinare *in toto* la quantità di ossigeno contenuto nel sangue. Con esso le condizioni sperimentali sono ben determinate, sono sempre le stesse, le influenze che si mettono in azione non possono cambiare, ed i risultati devono quindi corrispondersi perfettamente, quando si agisca naturalmente sullo stesso materiale di esperimento.

Non vi è chi non riconosca l' importanza di una determinazione simile, ma nessuno potrà neppure negare che per il fisiologo sia meno interessante il sapere quanto ossigeno esista nel sangue, di quello che il conoscere che una parte di questo *quantum* può entrare o uscire dalla molecola dell' ossiemoglobina o della emoglobina ridotta. Nello stesso modo con cui non disconoscendo la necessità di sapere la composizione centesimale di una sostanza, dobbiamo pur convenire che il conoscere i vari gruppi in cui i singoli componenti si riuniscono, ci permette di fissare le proprietà del composto finale, che possono essere assai diverse a seconda dei diversi raggruppamenti.

È ben vero che fino ad oggi si è creduto che l' ossigeno che si estrae mediante la pompa vada a combinarsi tutto con l' emoglobina e a formare così tanta ossiemoglobina, eccettuata s' intende quella parte di ossigeno, del resto piccolissima, che si può trovare disciolta fisicamente nel sangue. Ma di fatto ciò non è, nè può essere. Non è, perchè le esperienze recenti di Siegfried (1) hanno dimostrato che lo spettro della ossiemoglobina sparisce prima che sia estratto tutto quell' ossigeno che la pompa può estrarre dal sangue e d' altra parte per le indagini dello stesso Siegfried si sa che la scomparsa dello spettro comincia quando la proporzione dell' ossiemoglobina diventa inferiore a 0,58 % di menstruo. Nè può essere almeno a priori, che l' ossigeno ricavato con la pompa rappresenti quello combinato alla ossiemoglobina, perchè nell' organismo nel quale l' ossiemoglobina funziona, non esistono quelle condizioni di temperatura e pressione che si formano artificialmente nella pompa e che occasionano l' uscita dell' ossigeno dal sangue nella quantità conosciuta.

---

(1) Dott. M. Siegfried. *Ueber Haemoglobin.* Archiv für Anat. und Physiol. Physiolog. Abth. 1890, pag. 385 e seguenti.

È vero che nei tessuti la pressione parziale dell' ossigeno é bassissima e per questo fatto le condizioni della pompa si avvicinerebbero, senza peró eguagliarsi, a quelle dei tessuti, ma innanzi tutto molto ci corre da pressione bassissima a pressione quasi nulla come quella della pompa e poi é tanto vero che il fatto fisico della diminuita pressione parziale é insufficiente a spiegare l' uscita dell' ossigeno dall' ossiemoglobina, che, se non si riscalda il recipiente in cui si fa l' estrazione, questa segue lentissima ed incompleta, tanto lenta ed incompleta, che puó ancora aversi a lungo lo spettro dell' ossiemoglobina. È noto anzi che in queste condizioni una parte dell' ossigeno puó essere alla sua volta di nuovo consumata dal sangue anche sotto bassissima pressione e ció rende conto del caso interessante notato dal Meyer (1). Questi ha veduto che anche con un minimo di 2 volumi di ossigeno per 100 di sangue é possibile la vita di un animale anche con forti movimenti muscolari e cosí pure con un massimo di 35 volumi di acido carbonico per 100 di sangue. Se si pensi che le cifre normali per l' O e il CO^2 rispettivamente oscillano fra 19 e 26 per il primo e 38 e 50 per il secondo nel sangue arterioso (Bert) di cane, si potrà osservare non solo quale grande variabilità di contenuto di gas si abbia pur durando il regolare andamento delle varie funzioni organiche, ma anche entro quali estremi sia ancora possibile una serie di atti importanti ed energici, come forti movimenti muscolari, che naturalmente non sieno convulsioni di poco precedenti la morte.

Se si voglia poi vedere la rapidità con la quale il sangue e rispettivamente l' emoglobina cedono ed assorbono di nuovo l' ossigeno dell' atmosfera basterá eseguire il seguente semplicissimo esperimento.

Si sciolga un po' di sangue, 2 cc. circa in 500 di acqua distillata previamente bollita e raffreddata in vaso chiuso e si faccia entrare questa soluzione nel recipiente della pompa di Pflüger in cui si sia incominciata l' estrazione. Si osservi a traverso al recipiente lo spettro e si vedranno le linee nette della ossiemoglobina. Si estraggano allora completamente i gas e finché non ve ne sia più traccia neppure dopo aver portato a 60° il recipiente contenente la soluzione di sangue. Nel frattempo si osservi di tanto in tanto lo spettro e mentre si ricavano quantità piccolissime di gas e quindi più piccole ancora di ossigeno, quasi immisurabili, si seguiterá a notare invece ben apparente lo spettro della ossiemoglobina. A estrazione finita, naturalmente, lo spettro é quello dell' emoglobina ridotta.

---

(1) Hans Meyer. Studien über die Alkalescenz des Blutes. Arch. für exp. Path. und Pharm. Bd. 17, pag. 304 e seg.

Si lasci allora raffreddare e poi, mentre il manometro non segna che la pressione dovuta al vapor acqueo a quella data temperatura cui è giunto il recipiente della pompa, si lasci entrare in questo un po' d'aria osservando l'innalzamento corrispondente della colonna manometrica. La pressione parziale dell'ossigeno sarà di necessità $\frac{1}{5}$ circa di quella che si legge nel manometro, detratta la tensione del vapor d'acqua come si disse.

Se si osserva di tempo in tempo la soluzione con lo spettroscopio si vedrà che abbastanza presto ritorna lo spettro dell'ossiemoglobina.

Presento una di queste prove.

22 Agosto 1893.

Messa la pompa a *O* del manometro ed osservato che non si estrae più gas affatto si introducono 300 cc. di acqua distillata bollita contenente qualche goccia di sangue. Guardando attraverso al recipiente della pompa si osservano ben distinte le linee dell'ossiemoglobina. Si sgasa completamente portando a 60° il recipiente della pompa, con l'immergerlo in un vaso contenente acqua a questa temperatura, finché si ottiene lo spettro della emoglobina ridotta, il che avviene in capo a 10 minuti primi.

Quando la temperatura della soluzione di sangue, segnata da un termometro collocato nel recipiente della pompa è a 26°, si osserva che il manometro segna 26 mm. e lo spettro naturalmente è tutt'ora quello della emoglobina ridotta, (a 26° secondo la tavola di Regnault con le correzioni del Moritz, la tensione del vapor acqueo è di 24,93).

Allora si lascia entrare un po' d'aria nel recipiente essendo chiuso il robinetto che mette al vaso comunicante fisso della pompa, il manometro sale a 46 cioè a dire l'aria fu introdotta in quantità tale da produrvi una pressione di 20 mm. e quindi di 4 mm. di ossigeno. Lasciata per un'ora questa pressione, lo spettro apparisce immutato cioè persiste quello dell'emoglobina ridotta. Si lascia entrare altra aria finché la pressione è salita a 66. mm.

La temperatura essendo ancora di 26° la tensione del vapor d'acqua rimane sensibilmente a 26 mm. e però la pressione dovuta all'aria entrata è divenuta 40 mm. e rispettivamente quella dell'ossigeno 8 mm. Si lascia passare un'altra ora in queste condizioni, nel frattempo la temperatura interna è diminuita a 18° e però la tensione corrispondente del vapor acqueo sarà ridotta a 15 mm. secondo Regnault. Il manometro segna ora 56, resta quindi una pressione di ossigeno di $\frac{56-15}{5} = 8{,}2$ mm. sotto la quale lo spettro è chiarissimamente quello dell'ossiemoglobina.

Certamente ad una temperatura maggiore di 18° l'assorbimento sarebbe stato più rapido trattandosi di una dissoluzione di sangue nell'acqua di-

stillata e quindi più propriamente di una soluzione di emoglobina. In ogni modo simili esperienze provano che a bassissima pressione l'ossigeno è già in grado di entrare nella molecola dell'emoglobina ed occorre un tempo assai lungo od una temperatura elevata assai sopra a quella dell' organismo perchè completamente ne esca.

Queste osservazioni fatte al metodo della pompa sono estensibili anche a vari altri, ma non a tutti.

I trattatisti poco o punto discutono sugli altri metodi, soli Beaunis e l'Hermann nei rispettivi manuali parlano un poco e si trattengono sulle determinazioni di ossigeno fatti con processi diversi da quello della pompa. La maggior parte degli autori da Foster a Bunge, da Burdon-Sanderson a Frédericq (1) a Landois a Waller (2) si contentano di trattare del metodo della pompa e danno solamente i risultati ottenuti con questa, Burdon-Sanderson accenna che uno degli altri metodi di cui diremo, quello di Bernard, fondato sulla formazione della *carbossiemoglobulina* è poco preciso e dà valori assai disparati per l' azoto e l' acido carbonico.

Cyon nella sua metodica encomia il metodo del Bernard, ma dice che si può raccomandare solamente a chi non abbia la pompa a mercurio e voglia eseguire molte deteminazioni nello stesso tempo.

Albertoni e Stefani nel loro manuale di fisiologia notano l' importanza del fatto scoperto dal Bernard, ma danno solamente i risultati della pompa.

Beaunis esposti diversi metodi in succinto e dettine i vantaggi ed i difetti brevemente raccoglie solo i valori trovati col metodo della pompa a mercurio.

E non altro fa pure Zuntz nel manuale di Hermann, ma quivi però l' argomento è trattato più estesamente. Anche il Zuntz crede assai imperfetto il metodo del Bernard e non vi si trattiene gran fatto, più che non faccia a esporre il metodo di Schützenberger e quello di Hüfner.

Questi ultimi metodi presentano certamente dei difetti, almeno servendosene come si è fatto finora, ma pure ci permettono di giungere alla determinazione vera della quantità di ossigeno del sangue, che prende parte al ricambio gasoso dei tessuti e che veramente è quella funzionalmente più importante.

Noi intendiamo trattenerci specialmente sopra il primo di questi due metodi, quello di Schützenberger e in parte per confronto anche su quello di Bernard.

---

(1) L. Frédericq. Manipulations de physiologie 1892. Bailliere et fils. pag. 105-111.

(2) A. Waller. An introduction to humain physiology. London 1892.

Quanto al metodo di Hüfner, che, usato con la massima diligenza, deve certamente rendere ottimi risultati, noi ci limitiamo ad accennare, che esso é fondato sulle proprietà ottiche, che hanno rispettivamente l' emoglobina ridotta e la ossiemoglobina quando si trovino entrambi in varie soluzioni nello stesso menstruo.

Nel metodo del Bernard si trae partito dalla proprietà dell' emoglobina di combinarsi con l' ossido di carbonio per formare la carbossiemoglobina. Se all' emoglobina era combinato già dell' ossigeno questo esce dalla combinazione nella quale é sostituito *volume a volume* dal *CO*.

Questo fatto ha permesso al Bernard di formare un metodo di determinazione per l' ossigeno del sangue, metodo insufficiente per gli altri gas che vi si trovano.

Si sa che un soggiorno del sangue, minore di 20 ore circa nell' atmosfera di *CO* alla temperatura di 20° circa non garantisce lo spostamento completo dell' ossigeno, ed un soggiorno più lungo di 24 ore dà una scomparsa di ossigeno, che viene riassorbito e consumato dal sangue. Se si opera con le norme che risultano da queste osservazioni si ottiene una quantità di ossigeno un po' minore di quella data dall' estrazione con la pompa.

È chiaro che nel metodo del Bernard l' ossido di carbonio agisce per due meccanismi, l' uno che abbiamo già notato consiste nell' affinità sua per l' emoglobina, l' altro perchè in un' atmosfera di *CO* i gas che si trovano nel sangue ne fuorescono, come uscirebbero se il sangue si trovasse nel vuoto. Peró l' esperienza ha dimostrato che gli altri gas non sono liberati completamente, probabilmente per il fatto che man mano che i gas passano a mescolarsi con l' ossido di carbonio, la loro pressione parziale nell' atmosfera soprastante cresce fino a stabilirsi l' equilibrio, che invece col metodo della pompa non si puó mai produrre, perchè man mano che i gas escono dal sangue vengono anche tolti dal recipiente in cui hanno fatto diffusione.

Nawrocki (1) che ha messo a confronto il metodo della pompa (apparecchio Setschenow) con quello di Bernard, conviene nella bontà del secondo e dichiara risultare pure dalle sue esperienze che l' ossido di carbonio scaccia volume a volume l' ossigeno che si trovava nel sangue e che le piccole differenze tra esperimento ed esperimento sono da attribuirsi alla manualità operatoria.

Abbiamo detto che per noi già a priori il metodo della pompa non poteva dare l' ossigeno, che veramente si combina ed a vicenda esce dal-

---

(1) Felix Nawrocki. De Claudi Bernardi methodo oxigenii copiam in sanguine determinandi. Dissertatio inauguralis physiologica-chymica. Wratislaviae 1863.

l'emoglobina per il ricambio dei tessuti, e altrettanto dobbiamo dire per quello dell' ossido di carbonio. Tuttavia in quest' ultimo metodo si tratta di una sostanza che va a combinarsi con l'emoglobina e ne scaccia l'ossigeno, non precisamente quello che succede nell' organismo, ma un quid simile, in quanto l' ossido di carbonio non esercita nessuna dissociazione ulteriore e si limita anche ad estrarre solo una piccola parte dell' ossigeno che si trova non combinato all' emoglobina. Ma da ció al dirci la quantità di ossigeno combinato alla ossiemoglobina molto ci corre, ed anche il metodo di Bernard é per questo lato del tutto insufficiente. Data peró l'osservazione del Nawrocki potrà questo metodo come più comodo e spedito essere usato per termine di confronto purchè si abbiano le cautele necessarie.

Paolo Bert (1) dice a questo proposito che dovendo scegliere tra un metodo di applicazione malagevole, che ha bisogno di strumenti delicati e costosi, che espone a cause d' errore anche in fuori della questione sperimentale, ma che puó dare risultati quasi assolutamente esatti purchè si abbiano attenzioni particolari, ed un altro metodo che dia solamente risultati approssimativi, ma facile ad impiegarsi e che permetta l' esecuzione simultanea di numerose esperienze comparative preferisce quest' ultimo.

Io ho fatto molte prove di confronto fra il metodo che esporró e quello del Bernard. Confesso che da questo secondo mi era aspettato di più e che invece i risultati non sono stati molto concordanti per quello che a me occorreva. E peró ho preferito non riportare qui nessuna di queste determinazioni, perchè quelle in cui il soggiorno nel *CO* era stato lo stesso in tutte cioè di 20 ore non hanno il raffronto con le determinazioni eseguite col metodo dell' idrosolfito e non interessano quindi direttamente il nostro argomento. E cosi pure avrei potuto riportare molte esperienze in cui é provato che l' ossigeno che il *CO* ha fatto escire dal sangue dopo un dato soggiorno, col prolungarsi di questo viene poi ripreso dal sangue, ma questo fatto che secondo il Bernard e anche il Bert non si verifica per un soggiorno breve stante la presenza del *CO* che si trova in eccesso, non ha qui importanza speciale e d' altra parte é stato già illustrato riccamente dal Lambling.

* * *

Le poche cose che ho esposto sopra questi metodi mi sembra mettano in chiaro che la determinazione eseguita a mezzo di essi non dà

---

(1) Bert. Leçons sur la physiologie comparée de la respiration. Bailliere et fils, 1870, pag. 111.

affatto l' ossigeno combinato veramente all' ossiemoglobina, ma piuttosto rivela quello che vi si trova in complesso.

Come dicevo più indietro é opportuno invece il conoscere veramente quanto ossigeno si combini di fatto con l' emoglobina e quanto volta a volta se ne stacchi per la riduzione che avviene nell' organismo, o al meno per un meccanismo che sia analogo a questa.

Il metodo che secondo me risponde più da vicino a questo concetto é quello meno noto e più dimenticato, il metodo dell' idrosolfito di sodio introdotto da Schützenberger.

Si sa che esso venne ideato per dosare l' ossigeno disciolto nell'acqua o in altri liquidi e che per il caso appunto di una dissoluzione semplice esso dà risultati del tutto conformi a quelli della pompa a mercurio. Tra i trattatisti l' unico che ne parli un po' é il Zuntz nel manuale di Hermann, ma le poche linee che sono dedicate a quest' argomento non esprimono certamente nè fiducia nel metodo nè lode veruna almeno per il concetto su cui é fondato. Ora, se é vero che i risultati ottenuti non erano tali da incoraggiare di molto, perché a detta del Zuntz si otteneva con esso *il doppio circa dell' ossigeno* che si estraeva con ciascuno degli altri metodi, é pur vero che il principio su cui era fondato é eminentemente fisiologico. Di fatti il metodo consiste nell' aggiungere al sangue una sostanza riducente, idrosolfito di sodio, fino a non aversi più traccia di ossigeno libero. Ora, é da notarsi che l' emoglobina ridotta con questa sostanza é ancora atta ad assumere ossigeno, non é quindi alterata dal punto di vista di questa sua principale proprietà, certo non più che col metodo della pompa.

A priori doveva pensarsi che questo riducente che era destinato a togliere l' ossigeno disciolto nell' acqua e che non era dotato di grande energia chimica, alle dosi ed alla concentrazione cui veniva adoperato, dovesse dare risultati più scarsi di quelli degli altri metodi, riuscendo a vincere solamente le combinazioni più lasse dell' emoglobina con l' ossigeno.

Secondo Bohr (1) infatti esisterebbero quattro specie di ossiemoglobina α, β, γ, δ, che darebbero tutte lo stesso spettro. Un gramma di α si combinerebbe a 0,4 cc. di ossigeno, uno di β a 0,8, uno di γ a 1,7, uno di δ a 2,7.

In una successiva pubblicazione riportata negli stessi Annali (2) il Bohr mette in vista che queste quattro specie di ossiemoglobina differiscono inoltre per potere assorbente della luce, per contenuto in ferro, per peso molecolare, determinato naturalmente nei cristalli d' emoglobina.

---

(1) Christian Bohr. Ueber die Verbindungen des Haemoglobins mit Sauerstoff. Jahresberichte di Maly. XX, pag. 94.

(2) Christian Bohr. L' émoglobine se trouve 't elle dans le sang à l' état de substance homogène? Jahresberichte di Maly. XXI.

Ma quello che poteva presupporsi dalle nozioni esposte, che cioè si si dovessero riscontrare solamente piccole quantità di ossigeno valendosi dell'idrosolfito di sodio, non si verificò di fatto, chè anzi le prime prove tentate da Schützenberger diedero dei valori più alti e per esse il metodo venne abbandonato. Zuntz come dicemmo, accenna chiaramente a valori nientemeno che doppi di quelli della pompa a mercurio.

Lambling in una bella tesi (1) discussa a Nancy nel 1882 ha modificato negli apparecchi il metodo di Schützenberger cercando di eseguire la determinazione in ambiente privo di ossigeno. Ha trovato pure dei valori più alti di quelli riscontrati con la pompa. La differenza in più rappresenta un quarto o quinto della quantità di ossigeno rilevato col metodo dell'idrosolfito. E le prove istituite dal Lambling avendo dimostrato che già in 30 minuti a 40° il sangue può perdere fino a 11 % di ossigeno, egli è giunto alla conclusione che veramente questa è la ragione del fatto, che con la pompa si ha sempre una perdita di ossigeno e che quindi la cifra trovata col metodo Schützenberger è la vera.

Più recentemente in un interessante lavoro il Dott. Siegfried (2) ha ripreso il metodo di Schützenberger e vagliate le esperienze di Lambling gli è parso che la differenza fra un metodo e l'altro fosse troppo forte.

Egli ha perfezionato il metodo valendosi di una proprietà trovata da Hoppe-Seyler, che mescolando emoglobina ridotta a ossiemoglobina si possono vedere ancora tracce di quest'ultima finchè si trovi 0,19 di ossigeno % di menstruo. Mescolando emoglobina rigorosamente ridotta e mantenuta tale sotto un'atmosfera d'idrogeno, con ossiemoglobina, il Siegfried potè osservare che le linee dell'ossiemoglobina si vedevano ancora con una miscela di 99,42 % di emoglobina e di 0,58 % di ossiemoglobina. Le stesse cifre si ebbero ripetendo la prova con emoglobina spogliata del suo ossigeno col mezzo della pompa ed aggiungendovi poi ossiemoglobina. Questo fatto permette di determinare con lo spettroscopio la presenza di quantità minime di ossiemoglobina in un menstruo acquoso fino a una proporzione di 0,58 %.

Ora si sa che col metodo di Schützenberger usato pure dal Lambling, si deve prima allontanare tutto l'ossigeno che si trova nel liquido in seno al quale deve essere eseguita la titolazione. Questo allontanamento si soleva praticare facendo uso di acqua bollita e facendo passare continuamente una corrente di idrogeno attraverso al liquido, che doveva rimanere così in un'atmosfera di idrogeno.

---

(1) E. Lambling. Des procédés de dosage de l'Hémoglobine. Nancy. Imprimérie Nancéienne 1882.

(2) Op. cit.

È noto che con questo modo non si riesce mai a scacciare *completamente* un gas neppure continuando per lungo tempo la corrente di idrogeno, ed è indubbiamente per questo fatto oltre che per colpa della sostanza indice (indacosolfato di sodio) che il Lambling ha trovato valori troppo forti in confronto a quelli dati dal metodo della pompa.

Secondo l'indicazione di Siegfried si aggiunga invece al liquido qualche goccia di sangue in modo che a traverso al recipiente si possano osservare nettamente le linee d'assorbimento dell'emoglobina. L'allontanamento dell'ossigeno disciolto dal menstruo o aderente al recipiente in cui avviene la determinazione venga fatto con lo stesso reattivo, idrosolfito di sodio, che serve appunto a dosare l'ossigeno del sangue.

Si aggiunga lentamente questo reattivo e si faccia per ogni aggiunta di esso l'osservazione spettroscopica, il momento preciso in cui il recipiente e il menstruo sono stati privati dell'ossigeno viene indicato appunto dalla scomparsa delle linee dell'ossiemoglobina e rispettivamente dall'apparire della linea d'assorbimento proprio dell'emoglobina ridotta.

Questo mezzo semplicissimo dovuto pure all'Hoppe-Seyler (1) s'intende bene che è suscettibile della più grande precisione in quanto non si tratta di percepire una gradazione cromatica, ma la presenza di uno spettro o di un altro ben differente. Una volta raggiunto questo intento si introduca il sangue di cui si vuol dosare l'ossigeno e si faccia entrare altro reattivo in modo da poter sapere quanto se ne introduce e man mano si ripeta l'esame spettroscopico fino alla ricomparsa della linea d'assorbimento propria della emoglobina ridotta.

Vediamo ora il processo tenuto e l'apparecchio col quale il Siegfried ha eseguito i suoi saggi di determinazione.

Dopo la pubblicazione del Siegfried non è uscito più, o almeno non mi è noto nessun altro lavoro che suoni conferma o ripetizione di quelle prove, o anche che tratti di questo argomento. Io ebbi occasione di studiare il metodo per ricerche che dovevano essere eseguite nel nostro Istituto ed ebbi a notare diverse circostanze che, mentre mi resero convinto della bontà del principio, misero in vista certi inconvenienti pratici dell'apparecchio.

*
* *

L'apparecchio del Siegfried si compone (fig. 1) di un cilindro di vetro A capace di 300 cc. circa che termina da una parte in un tubo del

---

(1) Hoppe-Seyler. Haemoglobin als Reagens auf freien Sauerstoff. Weitere Mittheilungen über die Eigenschaften des Blutfarbstoffs. Zeitschrift. für phys. Chemie, I, 121.

lume di 10 a 12 mm. e a fondo cieco *b*, dall' altra termina in un tubo largo chiuso da un robinetto ad ampia apertura di 6 a 7 mm. di lume *c*. — Ai lati del cilindro si impiantano due tubi *d*, *d* saldati a 2 centim. circa dalle estremità paralleli fra loro ed aperti. Due pipette *f*, *f*, da circa 25 cc. l' una hanno le loro estremità munite di robinetto e piegate ad angolo retto in modo da poter essere riunite mediante robusti tubi di gomma fra loro e coi tubi laterali del cilindro. Questa doppia congiunzione ha luogo a mezzo di brevi tubetti intermediari *e*, *e* fatti a *T*. La fig. 1 mostra uno schema di quest' apparecchio già montato.

Dell' apparecchio fa parte pure una pipetta speciale, che serve per introduzione del sangue. Essa è rappresentata dalla fig. 2.

Un tubo di vetro munito di rubinetto α mette capo ad un rigonfiamento β della capacità di 3 cc. circa, al rigonfiamento fa seguito un tubo più sottile di 1 a 2 mm. di diametro e che piegato ad *u* termina ad un altro rigonfiamento λ di 3 cc.: La capacità di questa bolla è limitata fra due segni fatti l' uno sul tubo che vi conduce e di cui abbiamo detto ora, l' altro su quello che ne parte e che si piega pure ad *u* due volte δ. La figura 2 mostra all' evidenza proporzione e posizione rispettiva dei vari tratti della pipetta. Tutto il tubo δ è robusto ed ha un lume di 1 mm. circa.

Ecco come si adopera questo strumento (1).

Si riempiono le due burette col reattivo, idrosolfito di sodio e si congiungono strettamente al cilindro con robusti tubi di gomma poi si introduce nel cilindro *A* dell' acqua distillata bollita e s' intende già raffreddata in recipiente chiuso, si aggiungono circa 50 cc. di mercurio puro e qualche goccia di sangue. Si muove l' apparecchio in modo da scacciare tutta l' aria che può essere racchiusa nei tubi e si rimpiazza con altra acqua che si aggiunge dal robinetto *c* tenendo il cilindro *a* in posizione inversa a quella della figura. Si chiude il robinetto *c* e si guarda allo spettroscopio collocando davanti alla fessura dello istrumento la parte grossa del cilindro. L' apparecchio è ben riempito quando allo spettroscopio si osservano due belle linee ben nette e separate perfettamente l' una dall' altra. Se le linee sono poco appariscenti, cioè il sangue introdotto è in troppo piccola quantità, con l' aggiunta del reattivo le linee scompaiono presto non perché veramente tutta l' ossiemoglobina sia scom-

---

(1) Ho dato la descrizione di due apparecchi posseduti dal nostro Istituto. Uno di essi feci costruire a Berlino dietro le indicazioni prese dal lavoro del Siegfried, l' altro fu eseguito dalla casa Greiner e Friedrich a Stützerbach in Turingia con modelli espressamente spediti dal chiarissimo Dott. M. von Frey di Lipsia cui debbo rendere infinite grazie.

Non traduco le parole del Siegfried perchè mi pare che sieno troppo riassuntive e quindi poco chiare, e perchè la pratica grande che ho preso di quest' apparecchio me l' ha reso famigliare e mi fa sicuro che il processo che descriverò minutamente potrà dare buoni risultati come li ha dati a me.

parsa, ma perchè non se ne trova in quantità sufficiente da produrre lo spettro proprio ben percettibile. E ciò è tanto vero, che l' occhio esperto riesce talora a percepire lo spettro dell' ossiemoglobina là dove un altro non abituato vede un spettro puro, e che una lieve aggiunta di sangue, una goccia sola può far apparire di botto le linee dell' ossiemoglobina o dell' emoglobina ridotta, a seconda che si era aggiunta insufficiente o sufficiente o anche eccessiva quantità di reattivo. Una quantità troppo forte di sangue produce come si sa un assorbimento continuo cioè riunisce in una le due linee dell' ossiemoglobina e lo scopo viene certamente frustrato.

Una volta riempito e chiuso il cilindro, si sbatte per rimescolare bene il liquido e suddividere il mercurio. Si fa entrare questo nei tubi delle burette, e tenendo convenientemente inclinato l' apparecchio perchè il mercurio entrato nei tubi a T e in quelli delle burette vi rimanga, si apre il rubinetto superiore di una di queste lasciando che il mercurio cada da sè a goccioline nella buretta, scacciandone il reattivo che va a collocarsi nei tubi. Si richiude il rubinetto e si rimescola sbattendo ripetutamente il cilindro, in modo da far entrare il mercurio nei tubi e scacciarne tutto il liquido contenutovi. Allora si torna a guardare allo spettroscopio e si ripete la prova tante volte e aggiungendo poco reattivo, rispettivamente facendo entrare poco mercurio nella stessa buretta finche la linea sinistra è scomparsa e si trova invece il solo spettro dell' emoglobina ridotta.

Si deve allora introdurre il sangue della determinazione. Come si disse si ricorre per questo alla pipetta.

Un apparecchio a pressione di mercurio (basta all' uopo un semplice imbuto terminante con un robusto tubo di gomma e portato da un sostegno chimico dei soliti), si unisce a quel tubo della pipetta che porta il robinetto α.

Tenendo la pipetta nella posizione inversa a quella rappresentata nella figura si riempie con mercurio prima il rigonfiamento β e poi cambiando posizione si riempie anche il rigonfiamento γ e il tubo δ. Si chiude il robinetto α e invertita di nuovo la posizione della pipetta si immerge l' estremità del tubo δ nel sangue che si vuol osservare e che può essere coperto da uno strato d' olio, se si voglia operare lontano dall' aria. Si abbassa l' apparecchio di pressione del mercurio, in modo da produrre per il dislivello un' assorbimento e si apre il robinetto α. Il sangue allora entra in δ, traversa il rigonfiamento γ senza fermarvisi per il proprio peso specifico inferiore a quello del mercurio e per il tubo ad u giunge al rigonfiamento β e lo riempie del tutto.

Si richiuda α, si innalzi l' imbuto del mercurio e si riproduca così la pressione nella pipetta conservando la posizione ultima cioè inversa alla figura e si apra α. È chiaro che il mercurio salendo in β ne scaccerà il

sangue e conseguentemente il mercurio che era rimasto nel rigonfiamento γ uscirà per δ ed entrerà nel vaso del sangue. Il mercurio per questa guisa si fa entrare fino al primo segno che si trova avanti di giungere al rigonfiamento γ e si chiude il robinetto. Riempita allora di mercurio l' imboccatura c del cilindro si capovolge su una larga vasca di mercurio profonda abbastanza perchè si possa approfondarvi completamente l' estremo libero della pipetta ed introdurlo sotto al mercurio nell' apparecchio capovolto, dopo aver aperto il robinetto c. Si apra allora di nuovo il robinetto a e l' apparecchio a pressione di mercurio potrà allora spingere il sangue fuori della bolla γ, e si richiuda quando il mercurio sia salito fino al secondo segno e cioè i 3 c.c. di sangue sieno entrati nell' apparecchio. Si estrae la pipetta, si chiude c e si toglie il cilindro dalla vasca rimescolando bene con lo scuotimento come si è fatto prima. A questo punto non si ha che a ripetere l' introduzione del reattivo togliendolo dall' altra buretta e regolandosi coll' osservazione spettroscopica, che si fa ora a traverso al tubo ristretto b, arrestando poi l' introduzione alla comparsa dello spettro proprio dell' emoglobina ridotta.

Se si stacchi allora la buretta che ha servito per il secondo assorbimento, e fatto uscire tutto il mercurio contenuto nei due estremi ricurvi della buretta si raccolga a parte il mercurio situato entro la buretta stessa e questo sia lavato e poi essiccato e pesato, si avrà il peso preciso del mercurio che è andato a rimpiazzare il reattivo nella buretta. Dividendo questa cifra per il peso specifico del mercurio si ha il volume di questo reattivo con una sicurezza che certamente nessuna lettura diretta potrebbe dare.

Resta ora da titolarsi il reattivo, liquido instabile per eccellenza, che cambia titolo ogni giorno e che, come ha indicato il Lambling, deve conservarsi in recipienti piccoli del tutto ripieni, chiusi e pronti all' uso. La titolazione si fa in un apparecchio che permetta nel modo migliore possibile un allontanamento dell' ossigeno dalle burette e dal recipiente di titolazione.

Questo apparecchio, che nel lavoro del Lambling è lo stesso in cui si fa la determinazione dell' ossigeno del sangue è stato modificato dal Siegfried opportunamente. Io ho introdotto altre modificazioni e descriverò a suo tempo in tutte le sue parti l' apparecchio di cui mi sono valso. Quì per compiere la descrizione del metodo del Siegfried basta che accenni, come una volta stabilito quanto ossigeno possa venir assorbito da 1 c.c. di reattivo, si giunga facilmente a riconoscere quanto ossigeno era contenuto in quei 3 c.c. di sangue e quindi in 100 c.c.

Era necessaria una descrizione particolareggiata dell' apparecchio Siegfried per indicarne i pregi ed i difetti in vista specialmente delle modificazioni che io ho introdotte.

Innanzi a tutto é facile a maneggiarsi l' apparecchio del Siegfried? Si noti che le due burette sono congiunte al cilindro mediante 6 tubi di gomma, robusti fin che si voglia e adattati in modo che i vetri combacino senza lasciar giocare l' elasticità della gomma, ma che non permettono certamente di muovere l' apparecchio con la sicurezza e la facilità necessaria, molto più poi quando le burette contengano già una certa quantità di mercurio ed il centro di gravità dell' apparecchio sia quindi di molto spostato dal centro di figura del corpo principale che sta fra mano dell' operatore. Si noti che, secondo l' indicazione del Siegfried, il mercurio con lo scuotere dell' apparecchio si suddivide in goccioline e che appunto da questo fatto il Siegfried si ripromette una grande sensibilità dell' apparecchio, in quanto si può far cadere nelle burette delle goccioline minime e farne uscire una corrispondente piccolissima quantità di reattivo, il che con le burette ordinarie non é fattibile. Si capisce come uno scuotimento così forte da far suddividere il mercurio anche se questo rimanga in piccola quantità nel cilindro non sia comodo ad eseguirsi data la forma e le particolarità dell' apparecchio, si capisce di leggeri e forse meglio si riconosce alla prova, come sia incomoda l' introduzione del reattivo, dovendosi scacciare dai gomiti dei tubi il liquido che volta a volta vi si introduce per sostituirlo col mercurio, operazione che richiede una pazienza da santi, un tempo lungo, e rappresenta un pericolo continuo per l' incolumità dell' apparecchio e quindi per il compimento della determinazione. Si noti ancora che suddiviso che sia il mercurio in goccioline, sarà ciascuna di queste attorniata da uno strato della soluzione sanguigna, strato non trascurabile perché gli si aggiunge anche quello compreso fra varie goccioline contigue. Questo liquido entra naturalmente col mercurio nella buretta del reattivo e vi si mescola alterando la proprietà riduttrice di questo e sottraendo una certa quantità di sangue e quindi di ossigeno alla determinazione.

Si potrà pensare forse che di quanto diminuisce il titolo del reattivo, d' altrettanto scema precisamente la quantità del liquido da ridurre, ma a ciò facilmente si risponde che il reattivo non va utilizzato tutto e che perciò il compenso non si può effettuare.

D' altra parte perché possa avvenire lo scambio fra il reattivo delle burette ed il mercurio soprastante non suddiviso in goccioline minute, occorre che l' apertura del robinetto sia abbastanza larga e, secondo le mie prove, misuri dai 4 ai 5 millim., il che non é nell' apparecchio originale del Siegfried, e tale debbo supporre sia quello fattomi espressamente fabbricare dal chiarissimo Prof. von Frey, docente nello stesso Istituto Fisiologico di Lipsia, nel quale Siegfried ha eseguito tutto il suo lavoro.

Una ampiezza di robinetti, come quella dell' apparecchio Siegfried, richiede la suddivisione minuta del mercurio cogli inconvenienti testé accennati. Si potrebbe anche effettuare l' introduzione del reattivo nell' apparecchio, inclinando il cilindro ed aprendo tanto il robinetto inferiore, come il superiore della buretta, ma in questo caso il reattivo entra troppo rapidamente e lo sperimentatore non ha una indicazione precisa della quantità di reattivo che introduce, se non si voglia tener conto delle divisioni segnate sulle burette del Siegfried in decimi di c.c. La lettura evidentemente non si puó fare che dopo già avvenuta l' introduzione, quando si sia riposto l' apparecchio verticalmente. Invece é necessario conoscere la quantità del reattivo, mentre si effettua appunto l' introduzione.

Passiamo ora alla pipetta che presenta pure inconvenienti di manipolazione.

Dalla descrizione fattane si capisce facilmente che essa é sempre relativamente esile. Quando si pensi che uno dei suoi estremi va collegato con un tubo di gomma a pareti spesse, perché deve sostenere delle pressioni di mercurio, e si pensi che varie volte va invertita la posizione della pipetta e infine si deve eseguirne delicatamente l' introduzione nel cilindro sotto il mercurio, si comprende di leggeri la difficoltá della manovra, che riesce solo dopo parecchie prove e con una abbondanza notevole di mercurio.

Ma fin qui passi, vi é di peggio. Si é visto il processo che si tiene per il riempimento della pipetta. È ovvio che le pareti di questa resteranno bagnate di sangue, come resterá bagnato di sangue il mercurio che vi é stato introdotto. L' introduzione lenta del mercurio non potrá mai allontanare completamente tutto il sangue che aderisce alle pareti. Ora, quando la bolla della pipetta é vuotata resta un po' di quei 3 c.c. di sangue aderente alle pareti e l' ossigeno che si determina si riferisce quindi non a 3 c.c., ma a un po' meno.

Di questo fatto posso dare anche dimostrazione.

Si riempie nel modo descritto la pipetta Siegfried con sangue defibrinato di cane, poi si fa vuotare a mezzo del mercurio fluente da un vaso a pressione, come si disse, indi avendo cura di pulir bene dal sangue l' estremo della pipetta si assorbe acqua distillata bollita e messa bollente sotto l' olio in un imbuto di vetro provvisto di un tubo di gomma, che possa adattarsi all' estremo della pipetta.

Quando l' acqua é fredda si eseguisce questa congiunzione lasciando la pipetta nella posizione ultima datale, quella cioé della Fig. 2. Si assorbe acqua coll' abbassare il recipiente del mercurio e riempiendo cosí direttamente la bolla misurata e non l' altra.

Noto qui incidentalmente che operando in questo modo si potrebbe

benissimo ridurre piú semplice la pipetta e il suo maneggio abolendo la bolla che si trova piú vicina al robinetto.

In questo modo riempito il tubo δ e la bolla γ si sará fatta una dissoluzione del sangue rimasto in questi due vani. Si introduca col mezzo solito nell' apparecchio Siegfried opportunamente preparato, cioé liberato dall' ossigeno, e si guardi allo spettroscopio dopo l' aggiunta di questa soluzione acquosa.

Giá questa entro la pipetta si vede assumere un colorito rosso chiaro leggero, ma visibile, senza stento, il che vuol dire che nella bolla e nel tubo si trovava del sangue. È certo che il sangue sará rimasto nella pipetta in proporzioni un po' diverse nella bolla o nel tubo in ragione della diversa superficie presentata dall' uno e dall' altra, ma ció non puó avere nessuna influenza perché nell' apparecchio entra per prima l' acqua che nella pipetta é entrata per ultima e che quindi ha trovato il tubo δ giá lavato del tutto. Vi é peró sensibile compenso. Nella prova che io feci, l' introduzione dell' acqua della bolla fece ricomparire le linee dell' emoglobina ed occorsero c.c. 0, 475 di reattivo corrispondenti a c.c. 0, 03375 di ossigeno per ritornare allo spettro ridotto. Questi 0,03375 sarebbero dunque andati perduti per una determinazione alla Siegfried e rapportati a 100 avrebbero dato 1, 12, cifra non indifferente da aggiungersi a quella trovata prima.

Si potrebbe opporre a questa mia prova, che l' acqua anche bollita poteva contenere ancora ossigeno, ma ció non puó essere perché l' imbuto e il tubo di gomma furono prima lavati con altra acqua bollente avanti di chiudere l' uscita del tubo e coprire con olio. In ogni modo 1 c.c. di acqua distillata a 0° puó contenere disciolti c.c. 0, 04 di ossigeno e quella invece da me usata era stata introdotta bollente ed era discesa certamente non piú in basso di 90° per il contatto con l' imbuto e il tubo, temperatura alla quale il coefficiente di solubilitá é 0.

L' ultimo inconveniente e certamente non il piú lieve é quello che con la pipetta descritta non si puó prendere che sangue defibrinato piú o meno fuori del contatto dell' aria, ma in ogni modo niente altro che defibrinato, perché volendo adoperare sangue fresco appena estratto da un' arteria o da una vena, nulla potrebbe impedire la coagulazione che nel ristrettissimo tubo della pipetta avverrebbe almeno 9 volte su 10. Ora, se é interessante l' esame del sangue defibrinato, é di gran lunga piú interessante quello del sangue fresco, che non ha nulla di artificiale e deve poter essere osservato rapidamente. Solamente cosí si potrebbero sorprendere le variazioni rapide che avvengono nel contenuto dell' ossigeno del sangue, mentre dovendo estrarre una certa quantitá di sangue e defibrinarla sia pure sotto il mercurio precedentemente privato dall' aria

che contiene, non si potrà mai essere sicuri di non aver a prendere insieme al sangue anche dei fiocchi di fibrina, che eventualmente possono liberarsi dalle gocce del mercurio. In ogni caso non vi ha chi non veda che l' operazione riesce col sangue defibrinato più lunga e indaginosa e meno precisa, quando si voglia sperimentare lontano dall' accesso dell' aria.

A tutti questi inconvenienti che sono venuto man mano accennando si potrebbe opporre che le prove di saggio date dal Siegfried sono di una concordanza maravigliosa e che se tante cause di errore ci fossero, come quelle indicate da me, tale concordanza non potrebbe sussistere.

Le prove esposte nel lavoro del Siegfried eseguite in doppio sono le seguenti:

Sangue defibrinato di cane . . .	7,9 7,6
id. id. id	6,6 6,6
Soluzione di ossiemoglobina . .	1,4 1,3

Esse danno in una la differenza di 0,3 $^0/_0$, in un' altra 0,1, in un' altra mostrano concordanza perfetta. Questa concordanza forse per molte prove non si avrebbe, se devo desumerlo dal numero di osservazioni fatte da me, tanto con l' apparecchio che descriverò in seguito, come con quello del Siegfried.

Il Siegfried, col metodo che ho descritto, ha trovato una quantità percentuale di ossigeno di 6 a 7 nel sangue defibrinato di cane, lo stesso sangue gli dava con la pompa 17 di ossigeno. Quella differenza di 10 circa poteva ulteriormente estrarsi con la pompa e rappresentava ossigeno che un tempo credevasi pure dovuto ad ossiemoglobina e che invece è unito ad altra emoglobina, chiamata da Siegfried pseudoemoglobina.

Questa osservazione, che la pompa possa dare gli altri 10 c.c. d' ossigeno che rimangono per giungere ai 17, non è certamente una prova sicura che quei 7 rappresentino tutto l' ossigeno dell' ossiemoglobina e che quindi l' apparecchio funzioni perfettamente. Nell' eseguire questo esperimento il Siegfried ha ridotto l' ossiemoglobina valendosi di una determinazione precedente, aggiungendo cioè quel tanto di reattivo che una osservazione precedente gli aveva indicato necessario per quella data quantità di sangue. Ma non fu fatto l' esame spettroscopico della soluzione sanguigna collocata entro la pompa, per assicurarsi veramente che lo spettro dell' ossiemoglobina non ci fosse più. Ora è naturale che la pompa abbia estratto tutto l' ossigeno sia di quella che il Siegfried

chiamò pseudoemoglobina, sia della ossiemoglobina che poteva essere rimasta. E però il conto doveva tornare per forza!

***

Perchè il metodo del Siegfried mi parve eccellente ed invece l' apparecchio da lui usato non rispondente del tutto alle esigenze del metodo, volli introdurre qualche modificazione che rendesse facile il maneggio dell' istrumento, possibile l' esame del sangue fresco, togliesse l' errore della pipetta e possibilmente riescisse anche di uso clinico.

Forme diverse diedi all' apparecchio rivolgendomi prima alla cortesia somma del collega Dott. Dessau, assistente alla Cattedra di Fisica, e facendo del mio meglio per mettere insieme altre forme in vetro.

Non faccio perdere tempo al lettore dietro queste mie prove e oltre quella che mi pare corrisponda meglio allo scopo, e che descriverò particolarmente, ricorderò un' altra forma che qualunque anche poco esperto soffiatore di vetro, come me, può fabbricarsi senza difficoltà.

E descrivo questa in due parole senza bisogno di spiegare il modo di usarla, perchè potrà facilmente intendersi da quello che dirò per l' apparecchio più perfetto.

Si prenda una bottiglia a tre colli capace di 400 a 500 c.c.; più piccola sarebbe più comoda, ma porterebbe dei colli troppo stretti, cui un tappo di gomma male si adatterebbe. Se i tre colli sono distribuiti due sopra ed uno sul fianco verso il fondo, come nella Fig. 3, è meglio, ma non è necessario. Si provvedano 5 robinetti di vetro fusibile che abbiano un lume di 5 millim. o poco meno. Quattro di questi si riuniscano due a due per formarne due pipette *f*, *f*, operazione tutt' altro che difficile per chi non richieda eleganza; il quinto robinetto si impianti su una delle branche di un altro robinetto a 3 vie, che abbia esso pure un lume interno di 5 millim. Quest' ultima riunione si faccia senza rigonfiamento. Si avrà così il tubo *s*, che è destinato a contenere il sangue da osservare. La capacità di questo tubo dal robinetto inferiore chiuso al superiore pure chiuso, si misura precisamente col mercurio. I tre pezzi così formati si adattano con buoni tappi di gomma ai tre colli distribuendoli come apparisce nella Fig. 3, e legandoli come si suole nelle bottiglie contenenti vino spumante. Ciò perchè il peso del mercurio non abbia a far uscire un tappo o l' altro. Del resto dopo un certo tempo che l' apparecchio è montato, la gomma si attacca al vetro e tante volte non si riesce neppure a toglierla almeno con mezzi meccanici.

L' apparecchio che ognuno può così improvvisare non è maneggevole come quello che descriverò in seguito perchè più voluminoso, ma rispon-

de benissimo allo scopo ed io me ne servo continuamente insieme agli altri.

Nella Fig. 4 rappresento l' ultimo strumento che feci costruire a Monaco di Baviera da Bender & Hobein, e che veramente, almeno a parer mio non lascia nulla a desiderare, quando sia costruito nelle precise proporzioni da me indicate.

Un cilindro di vetro A (Fig. 4), come quello dell' apparecchio Siegfried, capace di 300 c.c. circa, ma un po' più grosso e più corto, porta ad uno dei suoi estremi due burette sferiche f, f, della capacità di 25 c.c. circa, munite ciascuna di due robinetti, che hanno un lume di 5 millim. Le burette sono fatte a bolla perchè sieno più corte e meno voluminose e brevissimo è il loro tubo d' impianto sul cilindro. L' altro capo di questo termina in un tubo ristretto b del lume di 10 a 14 millim., lungo non meno di 5 a 6 centim., corrispondente al tubo b dell' apparecchio Siegfried. L' estremo di questo tubo fa capo ad un grosso robinetto R a due vie, di cui una larga 5 millim. mette in comunicazione il tubo b con un piccolo rigonfiamento superiore s destinato a raccogliere il sangue e capace di 3 a 4 c.c. da misurarsi esattamente col mercurio; l' altra via, che può essere più stretta fino a 2 millim. di lume, indipendente affatto dalla prima, attraversa per tutta la sua lunghezza il corpo del robinetto e può quindi mettere in comunicazione il tubo b o il rigonfiamento s con l' esterno.

Il rigonfiamento s è chiuso superiormente da un robinetto r di 2 a 3 millim. di lume come il suo estremo piegato ad angolo retto nella direzione della seconda via del robinetto R. Infine un ultimo robinetto c di 5 millim. di lume si impianta su un tubo saldato lateralmente al cilindro tra il suo terzo superiore e il terzo medio, perpendicolare ad un piano che passi per il centro di figura del cilindro e per i punti di impianto delle due burette.

Questa disposizione permette ad un sostegno di legno (Fig. 5) di sorreggere l' apparecchio che si appoggia col tubo c su di una forchetta del sostegno e col fondo del cilindro fra le inserzioni delle burette su di una specie di becco coperto di sughero. Le osservazioni spettroscopiche si seguono così celermente, potendosi appoggiare l' apparecchio senza bisogno di altro modo di fissazione.

***

Come si proceda nell' uso di questo apparecchio. — Avanti di adoperarlo occorre sia tutto asciutto particolarmente nel rigonfiamento s e robinetti vicini, e nelle burette e rispettivi robinetti. Si chiudono questi ul-

timi, si apre *r* e si mette *R* in posizione di far comunicare *s* con *b*. Si immerge l' estremo di *r* nel mercurio asciutto e terso e si assorbe da *c* con la bocca fino a che il mercurio entrando per *r* abbia sorpassato il robinetto *R*, che allora si richiude subito stabilendo la comunicazione fra *b* e l' esterno e così si chiude pure *r*. Se non si vuol assorbire con la bocca si chiude *r* tenendo aperta la via di *R* fra *s* e *b* e si introduce da *c* del mercurio fino a riempire *s* e sorpassare *R*, che poi si mette nella posizione anzidetta. Fatto uscire il mercurio che è rimasto in più nel cilindro si riempiono le burette *f*, *f*, col reattivo facendovelo entrare lentamente e tenendo appena aperti i robinetti di accesso al cilindro. Per lavare bene le burette dall' ossigeno contenutovi si fa passare una discreta quantità di reattivo che si può lasciar scolare da *c*, e compiuto il riempimento si chiudono tutti 4 i robinetti delle burette. Messo l' apparecchio sul suo sostegno si introduce mediante un imbuto e un tubo di gomma da 50 a 60 c.c. di mercurio e successivamente l' acqua distillata bollita o no in cui si sieno disciolte 8 o 10 gocce di sangue corrispondenti a mezzo centimetro cubo circa.

Questo liquido va introdotto fino a riempire quasi del tutto il tubo *b*, ma non completamente per evitare che la 2° via del robinetto *R* resti bagnata. Si mette questo robinetto in posizione intermedia in modo cioè da chiudere ambe le vie e inclinando l' apparecchio si fa salire l' aria nel tubo *c*, scacciandola poi con l' aggiunta di un altro po' di mercurio. Si chiude *c* e si procede all' allontanamento dell' ossigeno dell' acqua, delle pareti e del mercurio servendosi del reattivo della buretta destra per esserbando la sinistra per il sangue.

Per far entrare il reattivo dalle burette non si ha che ad aprire il robinetto che dalla buretta mette al cilindro. Moderando più o meno l' apertura si ha un passaggio minore o maggiore e quanto mai pronto. Lo scuotimento dell' apparecchio basta sia quel tanto che occorre per mescolare il liquido e ciò si fa subito, non producendosi così suddivisioni del mercurio e cadendo quindi nella buretta sottoposta il metallo solo un po' bagnato, ma non nelle condizioni speciali dell' apparecchio Siegfried. Noto che per questo primo assorbimento non sarebbe a temersi certamente una mescolanza del reattivo col liquido. Anzi è opportuno quando si sia giunti ad un certo punto della riduzione, e le linee d' assorbimento spettrale sieno divenute più leggere, rovesciare l' apparecchio e far rientrare dalla buretta nel cilindro il mercurio che n' era uscito prima per essere sostituito da reattivo. Così naturalmente entra nella buretta una parte della soluzione sanguigna e va a cambiare il titolo del reattivo, ma ciò non fa danno veruno perchè non è affatto necessario il conoscere quanto ossigeno si conteneva nell' acqua, nel mercurio e nell' apparecchio

avanti la titolazione. Invece l' operazione che io consiglio porta due vantaggi, l' uno di diluire il reattivo e quindi rendere più esatta la riduzione preparatoria e più difficile e più leggero l' errore che può provenire da un' aggiunta eccessiva, e poi rende giallognolo il liquido di questa buretta ed impedisce quindi di confonderla con l' altra, come potrebbe farsi in un momento di distrazione.

L' osservazione spettroscopica deve essere molto attenta e diligente avendo riguardo specialmente al grado di assorbimento che si nota fra le due linee, è opportuno all' uopo valersi della fessura di riscontro che nello spettroscopio Virordt, piccolo modello, permette di fissare un dato campo dello spettro. Porre cioè l' imagine della fessura luminosa in corrispondenza del limite esterno della linea sinistra dello spettro ed osservare quando questo si affievolisca e fra le due linee dell' ossiemoglobina lo spettro si conservi ancora puro o invece si noti un assorbimento più o meno forte, meglio rilevabile poi con lo scomparire della forte linea sinistra. Una volta presente lo spettro dell' emoglobina ridotta, si procede all' introduzione del sangue.

L' apparecchio è tolto dal sostegno e messo in posizione inversa a quella della figura e tenutovi così un po' per lasciare che il liquido che bagna il mercurio possa per il proprio peso specifico risalire in massima parte sopra il mercurio stesso. Questo si trova nella porzione del tubo *b* vicina al robinetto *R*, che dovrà poi essere girato in modo da permettere la comunicazione fra l' esterno ed *s*. Se il robinetto *R* nella sua prima via non fosse stato riempito di mercurio, non si potrebbe effettuare il cambio della comunicazione che si fa col robinetto *R*. Se ora tenendo l' apparecchio nella posizione ultima detta si gira il robinetto *R* in modo da far comunicare l' esterno con *s*, si potrà applicare sull' esterno del robinetto *R*, là dove fa capo la seconda via, un tubo di gomma, che metta ad un imbuto pieno di mercurio, cioè a dire il tubo di un apparecchio a pressione di mercurio. Si riempiranno con questo i robinetti *R* e *r*, e la bolla *s*, nella quale sarà probabilmente entrata un po' d' aria che deve essere accuratamente scacciata e poi si chiuderà *r* abbassando il serbatoio del mercurio e mettendolo dunque in posizione non di comprimere, ma di assorbire e ciò più o meno fortemente, cioè con un dislivello maggiore o minore, a seconda che si dovrà prendere sangue dalle vene o dalle arterie.

La cannula collocata nel vaso sanguigno da cui si deve ricavare il materiale per la determinazione è riunita ad un tubo di gomma abbastanza robusto, il quale una volta riempito di sangue va applicato all' estremo del robinetto *r* col riguardo di non lasciarvi entrare traccia d' aria.

Tosto si apre *r* regolando con esso l' entrata del sangue, la quale deve

essere né troppo lenta, né troppo rapida. Appena il sangue è giunto a metà circa della seconda via di *R*, si chiude *r* e si stabilisce mediante *R* la comunicazione fra *s* e *b*. Chiuso temporaneamente il vaso sanguigno e staccato dal robinetto *r*, staccato pure il rapporto tra *R* e il recipiente a pressione di mercurio, si capovolge rapidamente l' apparecchio e si fa quindi cadere il mercurio in *s*, con che il sangue che vi era contenuto entra nell' apparecchio e non ha il tempo di coagularsi. Si rovescia due o tre volte l' apparecchio ed eseguita un' osservazione spettroscopica attraverso al tubo *b* (per ciò fare basta sollevare con due parallelepipedi eguali di legno tanto lo spettroscopio come la lampada), si incomincia l' introduzione del reattivo della seconda buretta, per es. la sinistra. S' intende che in questo caso bisogna aver speciale riguardo che il mercurio dopo essere entrato nella buretta non ne esca più. Quando le linee si vedono sbiadite di molto bisogna girare molto adagio il robinetto e lasciar cadere poche e piccole goccie di mercurio nella buretta sottoposta.

Terminata la riduzione si vuota l' apparecchio aprendo i robinetti della 1ª buretta ed *r* e scuotendo per far uscire tutto il mercurio, poi in una capsula si fa cadere cautamente il mercurio entrato nella 2ª buretta aprendo prima il robinetto superiore e poi l' inferiore. Questo mercurio va lavato con acqua poi asciugato e pesato su bilancia che senta bene il centigramma. Sensibilità maggiore non è necessaria perchè 1 centigramma di mercurio non rappresenta che 7 decimi di millimetro cubo di reattivo, il che in una determinazione sopra 3 c.c. di sangue e dato il titolo solito del reattivo (10 c.c. = 1 c.c. di ossigeno) può rappresentare un errore massimo di 7 centes. di millim. c. di ossigeno su 3 c.c. di sangue e quindi di 2,5 millim. c. di ossigeno sopra 100 c.c. di sangue!

Nel caso si sia adoperato lo strumento improvvisato, di cui dissi più sopra, si riempie prima la sola buretta che deve servire per il sangue, l' altra si usufruisce come il tubo *c* dell' apparecchio ultimo descritto, tenendo aperta nel robinetto a tre vie del tubo *s* la via dall' esterno alla bottiglia. Prima che il liquido abbia raggiunto il robinetto, questo si gira in modo da stabilire la comunicazione coll' esterno e il tubo *s* e si scaccia poi l' aria aggiungendo per la buretta tuttora vuota un po' di mercurio. Chiuso il robinetto inferiore di questa buretta si fa uscire il liquido che vi fosse risalito sia adoperando un sottile sifone, sia rovesciando in basso la buretta e introducendo un tubetto di vetro per far entrar aria. Il reattivo, senza bisogno di lavare e asciugare la buretta, si introduce dal serbatoio del reattivo con un tubo abbastanza sottile da attraversare il robinetto superiore. Tutto il resto segue come per l' altro apparecchio.

***

Occorre adesso dire dei reattivi e descrivere l' apparecchio per la titolazione dell' idrosolfito e per la sua conservazione. — L' idrosolfiito, come indica il Lambling (Op. cit.), si ottiene opportunamente mettendo in una bottiglietta a tappo smerigliato, e della capacità di 50 c.c., da 25 a 30 grammi di *bisolfito di sodio* puro, secco, e che sia stato conservato in *recipiente pieno* e *ben turato*. Si riempie la bottiglia con acqua distillata in modo da non lasciare aria e si chiude. Si mescola fino a dissoluzione completa, il liquido ha la densità sufficiente per raggiungere il titolo voluto. In altra bottiglietta da 100 c.c. si pongono dei ritagli di zinco puro o anche dei frammenti di bastoni, come si trovano in commercio. Sopra essi si versa la soluzione di bisolfito fino a riempire bene la bottiglia e si richiude. Lo zinco riduce ulteriormente il bisolfito e dà luogo alla formazione di idrosolfito. Dopo una mezz' ora la reazione è completa e si puó versare in una bottiglia da 5 litri cui si possono insinuare due tubi, l' uno che faccia da sifone, l' altro che sfiori solamente il tappo che attraversa. In questa grossa bottiglia si sono messi in precedenza quattro litri e mezzo di acqua distillata, bollita e raffreddata in ispazio chiuso, all' uopo possono servire due o tre matracci che si chiudono con tappo di gomma, mentre l' acqua bolle ancora, si sopraversa la soluzione di idrosolfito e si fa precipitare lo zinco valendosi di 50 c.c. di un latte di calce che contenga il 20 % di calce viva torrefatta di fresco. Si riempie del tutto la bottiglia con altra acqua bollita e si chiude col tappo a due tubi di cui si é detto. Si rimescola due o tre volte e si lascia a sé, tenendo chiusi i tubi cui si sono applicati tubi di gomma.

Un precipitato fioccoso abbondante deve deporsi rapidamente, lasciando perfettamente limpido e incolore il liquido. Dopo un' ora la precipitazione é quasi completa e permette di decantare il liquido a mezzo del sifone abbassandone man mano la branca interna. Il tubo corto va messo in comunicazione con una sorgente di idrogeno che si lavi bene due volte. Il reattivo si raccoglie e si conserva in tante bottiglie di vetro colorato da 500 a 700 c.c., munite di tappo di sughero paraffinato o di gomma e attraversato da due tubi piegati ad angolo retto. L' uno lungo fino al fondo della bottiglia, l' altro che sfiori il tappo solamente. Il reattivo che esce dal sifone della bottiglia da 5 litri si fa entrare per il tubo lungo, mentre l' Idrogeno fa pressione nella bottiglia grande. Appena riempita ciascuna bottiglia se ne chiudono i tubi con piccoli tappi di sughero bolliti in paraffina, avendo cura poi di immergere in paraffina fusa gli estremi di questi tubi cosí turati.

Gli ultimi residui del reattivo si possono anche ottenere per filtrazione su filtro di carta a pieghe, disposto sopra un imbuto a fondo mobile, piatto e forato, ma peró bisogna attendersi che il reattivo cosí ottenuto

abbia un titolo molto più debole dell' altro per il contatto che ha luogo con l' aria.

Notiamo che lo zinco impiegato deve essere terso, può servire a lungo purchè si lavi con acqua acidulata con acido cloridrico e si asciughi poi del tutto. Il reattivo deve essere del tutto limpido e incolore. Quando non si sia aggiunto a sufficienza latte di calce, oppure quando questo sia già vecchio e contenga poco idrato, può aversi facilmente che il reattivo non riesca limpido, l' aggiunta di altro latte di calce fa precipitare completamente tutto lo zinco.

Per titolare questo reattivo lo si confronta con una soluzione di solfato di rame al 4,469 per litro, 10 c.c. della quale corrispondono a 1 c.c. di ossigeno. Il solfato deve essere puro, cristallizzato, non sfiorito. Se ne fa una soluzione ammoniacale, avendo cura di mettere ammoniaca in leggero eccesso e non solamente nella quantità strettamente necessaria per ridisciogliere il precipitato formatosi colla prima aggiunta dell' ammoniaca. Se non vi sia questo eccesso si vedrà, specialmente se d' estate, ridursi il reattivo rameico e precipitare del rame sulle pareti della bottiglia, alterandosi così di molto il titolo della soluzione.

Dissi più sopra che la titolazione dell' idrosolfito si fa in un apparecchio speciale, che per il Lambling era quello stesso che doveva poi servire per la determinazione dell' ossigeno nel sangue, dal Siegfried invece era stato modificato. Quello che io descriverò è essenzialmente quello del Siegfried con qualche altra modificazione che le esperienze fatte mi dimostrarono necessarie.

Un grosso apparecchio Kipp $K K$ (Fig. 6) dà svolgimento di idrogeno (in sua vece servono benissimo due bottiglie unite insieme da un tubo di gomma, come nella figura, mettendo nella seconda un grosso strato di rottami di vetro che comprende sufficiente spazio di raccolta di gas). L' idrogeno sviluppato deve essere lavato esattamente. Ciò secondo le indicazioni di Jungfleisch si può fare in due bottiglie successive, la prima contenente soluzione fortemente acida (acido solforico) di permanganato di potassio L, la seconda soluzione fortemente alcalina (soda o potassa) dello stesso sale L''. Fra le due è bene porre un' altra bottiglia vuota L' che impedisca il rigurgito di L'' in L, se la pressione nell' apparecchio Kipp venisse a mancare o a diminuire. Il tubo d' uscita del gas così lavato da L'' si suddivide in 2 altri, l' uno si porta in una piccola valvola a mercurio Hg, in cui il tubo di entrata pesca appena per non produrre una troppo forte resistenza. Dalla valvola il gas entra nella bottiglia a tre colli $CuSO^4$ capace di 500 c.c., nella quale è posta la soluzione di solfato di rame. I tre colli di questa bottiglia portano rispettivamente un tubo che va fino al fondo e che è la continuazione di quello

testė indicato, proveniente dalla valvola *Hg*; un secondo tubo munito di robinetto *c* e che pesca pure fino al fondo, un terzo che fuoresce appena dal tappo e che porta un robinetto *T* a tre vie ed ha quindi due ramificazioni. L' una di queste sdoppiandosi a sua volta in due branche conduce alle imboccature di due burette ordinarie *B* e *B'* divise in decimi di c.c., alle quali ciascuna delle due branche è assicurata con tappo di gomma, l' altro ramo, che parte da *T*, si porta attraverso a tappo di gomma fino al fondo di un cilindro di vetro *P* a fondo cieco, nel quale si eseguisce la titolazione. Il terzo tubo che parte dalla bottiglia $CuSO^4$ provvisto del robinetto *c* fa capo ad una delle braccia di un tubo a *t*, mentre delle altre due la superiore è unita all' estremo inferiore di una delle burette sopra indicate e l' altra per un tubo di gomma, che può chiudersi con pinzetta Mohr, mette ad un tubo di vetro affilato che traversa il tappo del cilindro *P*. La seconda branca del tubo di svolgimento dell' idrogeno proveniente da *L''* conduce al tubo corto della bottiglia *R* contenente l' idrosolfito, mentre il tubo lungo di questa si porta all' altra buretta ed al cilindro *P* con un tubo a *t* analogo a quello già descritto per la prima buretta. Così il tappo del cilindro *P* è attraversato dai tubi affilati provenienti dalle due burette *B* e *B'*, dal tubo che arriva fino al fondo del vaso *P* e che proviene dal robinetto *T*, da un quarto tubo *S* che sfiora il tappo e che porta all' esterno il gas che ha gorgogliato entro *P*.

Ho fatto varie prove per semplificare questo apparecchio, ma non sono riescito a buon risultato, e del resto l' insieme non ha la complicazione che a prima vista apparisce, e che del resto una volta accordato in tutte le sue parti non ha più bisogno di nessuna sorveglianza speciale, fuori s' intende del ricambio dei reattivi che si adoperano e dei liquidi di lavaggio che col tempo non servono più allo scopo, prima la soluzione acida di permanganato che viene ridotta abbastanza presto.

Tutte le riunioni dei tubi vanno fatte con raccordi di gomma nuova e robusti. Ogni contatto di gomma col vetro va assicurato con una legatura. I tubi di gomma devono essere più corti che sia possibile e limitarsi a tener riuniti i vari tratti di vetro. Tratti in gomma lunghi possono mettersi da *T* a *P* e in *s*. Per rendere più intelligibile la figura ho rappresentato lunghe certe comunicazioni che di fatto si possono fare brevi. Solo i tubi che provengono dalle burette *B* e *B'* devono avere un tratto di gomma abbastanza lungo perchè le pinzette di Mohr vi facciano presa ed il cilindro *P* possa essere scosso per rimescolare il liquido contenutovi. Il robinetto dell' apparecchio Kipp si lascia sempre aperto per mantenere una forte pressione di idrogeno ed occasionare piuttosto una fuga di questo che un' entrata d' aria e quindi di ossigeno. S' intende che

mentre il robinetto di K è aperto in permanenza dovrà essere chiusa in permanenza la via di T da $CuSO^4$ a P e chiuso pure il robinetto c.

Quando si voglia eseguire la titolazione dell' idrosolfito si dovrà prima girare il robinetto T in modo da aprire la via da $CuSO^4$ a B e B' e lasciar escire una certa copia di idrogeno per scacciare l' aria che si trovava nelle burette, P sarà sciolto dal suo tappo. Riempite le burette di idrogeno vi si introducono i reattivi. Secondo la figura descritta si introdurrà il solfato di rame nella buretta B e l' idrosolfito in B'. A ciò fare si gira T in modo da aprire la via che da B e B' mette a P passando per T e si apre c. Si capisce facilmente che l' idrogeno gorgoglierà in $CuSO^4$, farà salire il liquido nel tubo di cui si è aperto il robinetto ed entrerà nella buretta B, mentre il gas che vi si trovava uscirà liberamente per la via $B\,T\,P$. Si chiuderà c quando tutta la buretta B sarà riempita.

Per il riempimento di B' si procede similmente e cioè tenendo aperta la via $B'\,T\,P$ aprendo la pinzetta di Mohr.

Riempite le burette bisogna scacciare il gas che si trova nei tubi al di sotto e al di sopra delle pinzette rispettive. A ciò fare si gira il robinetto T in modo da aprire la via $CuSO^4$-T-BB' e si aprono adagio le pinzette tenendo alto l' estremo affilato dei tubi da cui dovranno uscire i reattivi.

Asciugata bene l' estremità di questi tubi si adatta P al suo tappo, si chiude il robinetto di K e si aprono tutte tre le vie di T, poi tenendo il cilindro P in posizione inversa di quella della figura si apre adagio il robinetto di K e si lascia uscire idrogeno da S finchè si creda che tutta l' aria che era contenuta in P sia stata scacciata. Un indizio grossolano di questo fatto può aversi facendo gorgoliare il gas che esce da S in acqua saponata e appiccando fuoco alle bolle che si formano. Si osserva che da principio ogni bolla dà uno scoppio e in ultimo quando non contiene che poca o punto aria non fa che accendersi senza rumore. Allora si modera di più l' escita del gas col robinetto di K e segnata l' altezza dei reattivi nelle rispettive burette si incomincia la titolazione.

L' idrosolfito di sodio andando in contatto col solfato di rame gli toglie la tinta azzurra e mano mano lo scolora completamente. Talora la decolorazione è lenta, e però è opportuno attendere qualche poco prima di aggiungere altro idrosolfito. Si può così aggiungere in 3 o 4 volte da 25 a 30 c.c. per ogni reattivo ed avere diverse cifre comparabili.

L' idrosolfito è riescito molto debole o contiene troppa calce oppure il solfato di rame contiene troppo poca ammoniaca, la decolorazione si fa lentissima e può arrestarsi per 5 o 6 minuti a un verde mare più o meno sbiadito. Aspettando qualche poco anche questo colore sparisce. La com-

parsa di un colorito giallo indica un eccesso di idrosolfito in quanto che vuol dire che del rame è stato ridotto. L' idrosolfito che si ottiene con le indicazioni date corrisponde presso a poco volume a volume alla soluzione di solfato di rame. Si intende che per ogni esperienza *deve essere diligentemente rifatta la titolazione*, perchè il titolo dell' idrosolfito non si mantiene mai a lungo.

Debbo notare che secondo quanto aveva scritto Lambling la bottiglia dell' idrosolfito poteva essere collocata in alto e provvista di lungo sifone. Il reattivo che usciva era rimpiazzato direttamente da gas luce. In questo modo feci io pure da principio, ma poi mi accorsi che talora il reattivo si caricava di ossido di carbonio, che, come si sa, si trova sempre in quantità più o meno forti nel gas d' illuminazione, e messo in contatto col sangue, dava luogo alla formazione di carbossiemoglobina irriducibile.

Nella titolazione dell' idrosolfito non si devono fare differenze maggiori del 4 o 5 per 100 di idrosolfito. Le deviazioni più grandi vanno scartate. Avanti di accingersi ad una titolazione o all' introduzione di idrosolfito nelle provette degli apparecchi per il dosamento del sangue bisogna far uscire tutto quello che si trova nei tubi compresi fra la bottiglia R e la buretta B' e lasciarne scorrere altro per lavare il letto prima occupato dal reattivo che vi ha ristagnato.

Ponendo mente a queste avvertenze ed operando sempre scrupolosamente si ottengono dei risultati sempre concordanti.

***

Ed ora ecco i *risultati ottenuti con questo metodo.*

Ho già riportato le cifre del Siegfried, riunisco le mie in 3 Tabelle, la prima delle quali contiene le determinazioni eseguite in doppio sullo stesso materiale d' osservazione.

Questa prima Tabella interessa dunque anche perchè rappresenta una prova del metodo tenuto.

Tabella I.

Data		Determinazioni confrontate		Osservazioni
		Animale	Ossigeno %	
Luglio	1891	Cane	5, 96	Cane sano. Sangue defibrinato fresco.
»	»	»	5, 92	
Novembre	1891	Cane	11, 60	Cane sano. Sangue defibrinato fresco.
»	»	»	11, 52	
Novembre	1891	Cane	10, 68	Cane sano. Sangue defibrinato fresco.
»	»	»	10, 23	
Novembre	1891	Cane	7, 12	Lo stesso cane con dispnea. Sangue defibrinato
»	»	»	7, 12	fresco.
Dicembre	1891	Uomo	13, 72	Uomo di 40 anni, tabetico; funzioni vegetative
»	»	»	13, 90	eccellenti. Sangue estratto per salasso e defibrinato da 24 ore.
6 Aprile	1893	Cane	8, 67	Cane sano di kilogr. 15. Sangue defibrinato da
»	»	»	8, 95	24 ore.
25 Aprile	1893	Cane	3, 52	Cane di kilogr. 20 in preda a itterizia grave da
»	»	»	3, 37	chiusura del coledoco. Sangue defibrinato fresco.
6 Giugno	1893	Cane	0, 4926	Cane di kilogr. 14,5, vecchio, sano. Sangue defi-
»	»	»	0, 4932	brinato da 24 ore.
21 Luglio	1893	Coniglio	9, 65	Coniglio adulto, sano. Sangue defibrinato da 24
»	»	»	9, 67	ore, sbattuto di fresco.
1° Agosto	1893	Cane	5, 19	Cane mops di kilogr. 12, 500, vecchio, sano. San-
»	»	»	5, 45	gue fresco dalla carotide.
»	»	»	9, 05	Lo stesso cane. Sangue defibrinato fresco.
			8, 80	
2 Agosto	1893	Cane	8, 51	Lo stesso sangue defibrinato da 24 ore.
»	»	»	8, 54	
12 Agosto	1893	Cane	16, 3	Cane sano di kilogr. 13, 300. Sangue fresco dalla
»	»	»	16,	carotide.
»	»	»	15, 63	Lo stesso cane. Sangue defibrinato da 24 ore
			15, 74	lasciato a sè a 18°.
22 Agosto	1893	Coniglio	8, 28	Coniglio giovane, di kilogr. 1, 600. Sangue defi-
»	»	»	8, 30	brinato fresco.

Una scorsa alle cifre riportate ci dice come le differenze oscillino tra un massimo che si nota in un caso solo su 15 ed è di 0, 45 %, ed un minimo pure unico ed è di 0 %. Ordinariamente si nota quella differenza di 0,1 % che già il **Siegfried** aveva indicato. Ma io debbo porre in vista un fatto importante.

Le nostre determinazioni furono eseguite coi tre apparecchi (1) che attualmente possediamo in Laboratorio, non sempre con quello stesso. È certo che lavorando sempre col medesimo istrumento si avvezza l' occhio e si arresta sempre l'operazione a quel grado di assorbimento dello spettro che corrisponde a quel dato rapporto fra emoglobina ridotta ed ossiemoglobina. Quindi l' errore che si commette è sempre lo stesso e fra due determinazioni poca differenza può correre. Sarà opportuno nel fatto di giovarsi dello stesso apparecchio per una data serie di ricerche, ma talvolta occorre istituire insieme diverse prove, ed allora è necessario ricorrere ad apparecchi che abbiano possibilmente gli stessi rapporti di volume ed il medesimo spessore in quella porzione almeno nella quale si deve compiere l' osservazione spettroscopica. Così ad esempio, quando si debbano eseguire determinazioni su di un sangue che rapidamente cambi il suo contenuto in ossigeno, come in diversi casi è occorso anche a me, oppure quando si vogliano studiare diverse condizioni della determinazione per uno stesso sangue.

La bontà del metodo crediamo sia sufficientemente dimostrata dalle determinazioni citate.

E qui solamente vorrei per ora arrestare il mio lavoro, ma l' aver dovuto accennare alle varie condizioni che il sangue osservato presentava in corrispondenza con vario contenuto di ossigeno, mi obbliga ad occuparmi almeno un po' dei risultati ottenuti, riserbandomi di farlo altra volta più estesamente e con materiale più ordinato.

La Tabella I contiene determinazioni di sangue di cane e di coniglio.

Accenniamo così di sfuggita a due determinazioni di sangue defibrinato fresco di cavia, determinazioni che non furono eseguite in doppio, ma che si corrispondono abbastanza. L' una venne fatta ai 4 di Novembre, l' altra ai primi di Dicembre del 1891. La prima diede 11,35 di ossigeno, la seconda 10,10, e due altre di sangue pure defibrinato di topo bianco adulto eseguite rispettivamente il 10 e il 17 Luglio 1893, la prima delle quali diede 18 % di ossigeno e la seconda 17,05.

Il fatto che apparisce più manifesto dalle cifre riferite consiste in una grande differenza fra i diversi animali di specie diversa, fra individui della stessa specie e anche nello stesso individuo da condizione a condizione.

I risultati ottenuti ci mostrano infatti che, *coeteris paribus*, di contro ad un contenuto di 18 % d' ossigeno nel sangue di topo si può notare la quantità di 9 % nel sangue di cane, cioè la metà del precedente, che nella stessa specie di contro ad una cifra di 8, 5 si trova quella di 15, 7, che nello stesso individuo il sangue defibrinato fresco in condizioni di

(1) Due di essi furono costruiti in Laboratorio, l' altro a Monaco.

respirazione regolare dimostra 10. 6 di ossigeno %, mentre in istato dispnoico speciale può presentare solo 7, 12 volumi di ossigeno per cento di sangue.

Queste variazioni, che già le determinazioni dei gas con la pompa avevano dimostrato, si osservano anche con questo metodo, il che vuol dire che son proprie del sangue e non sono risultato del processo seguito, il quale si mostra esattissimo quando si operi nello *stesso momento*, *sullo stesso sangue*, *tolto dalla medesima massa e nelle stesse condizioni.*

Ed a proposito di queste ultime osservo, che la temperatura sotto la quale si fa la determinazione non ha altra influenza, che quella di ritardare o accelerare il fatto chimico della riduzione e che quindi agendo ad una bassa temperatura, come avviene d' inverno, occorre andar cauti nell' aggiunta dell' idrosolfito per non introdurne in quantità eccessiva. Una volta introdotto il sangue negli apparecchi, si procede alla determinazione dell' una o dell' altra prova, non importa quale, perchè il poco sangue che si aggiunge a tanta acqua viene rapidamente disorganizzato e non può più vivere propriamente, non consumare cioè ossigeno come fa quando venga lasciato a sè stesso.

Per ispiegare le differenze, che, come ho accennato, si osservano da specie a specie, si può invocare la ricchezza maggiore o minore del sangue in emoglobina nelle varie specie.

Questa spiegazione ha bisogno naturalmente di essere dimostrata rigorosamente nei vari casi. Ma la determinazione quantitativa dell' emoglobina può avere un' importanza speciale, quando si confronti con quella dell' ossigeno, fatta col metodo Siegfried, nei casi di differenze fra individuo e individuo della stessa specie.

Con questo raffronto si può dimostrare quando esista nei diversi individui veramente una diversa quantità di emoglobina, cui si debba il maggior contenuto di ossigeno del sangue, o invece si abbia a che fare con una diversa proporzione nel sangue di quella che il Siegfried ha giustamente chiamato pseudoemoglobina. Come si è accennato, rappresenta questa un' emoglobina che contiene ancora ossigeno estraibile con la pompa, ma che dà lo spettro ridotto e non cede ossigeno all' idrosolfito di sodio. Questa pseudoemoglobina, che il Siegfried ha veduto aumentare fortemente nel sangue asfittico fino a rappresentare tutta l' emoglobina presente nel sangue in quelle condizioni, può talora trovarsi in quantità diverse, come nei diversi casi da noi esaminati, ma quando si volesse stabilire appunto se le variazioni che si notano nell' ossigeno, ottenuto col metodo del Siegfried, sieno dovute in parte a variazioni della quantità assoluta dell' emoglobina o non piuttosto a variazioni della pseudoemoglobina, occorrerebbe eseguire contemporaneamente determinazioni quan-

titative della emoglobina totale. Dal confronto dei due risultati si saprebbe quanto si presti un dato sangue alla nutrizione dei tessuti in confronto alla sua ricchezza in emoglobina. Potrà darsi infatti che un sangue ricchissimo di emoglobina si avvicini alle condizioni del sangue asfittico e però non abbia che poco o punto ossigeno da cedere ai tessuti, mentre con la pompa sia pur possibile il sottrargliene ancora. Ed invece un altro sangue contenendo la stessa quantità totale di emoglobina od anche una assai minore, possieda una copia assai più piccola di pseudoemoglobina e in compenso una maggiore di vera ossiemoglobina ed abbia così una provvista molto più considerevole di ossigeno da distribuire ai tessuti.

In uno dei casi, che abbiamo riferito nella Tabella I, si trattava certamente di minore quantità di emoglobina totale. Era un cane in preda a grave itterizia dovuta ad occlusione sperimentale del coledoco. Certamente in esso era avvenuto ed avveniva una forte dissoluzione di globuli, molta emoglobina doveva essere eliminata e distrutta, poca quindi ne doveva rimanere funzionante per la ossidazione dei tessuti.

La determinazione ha dato appunto una piccolissima quantità di ossigeno 3,52 pur nel sangue defibrinato, che doveva contenerne al massimo, come quello che si è trovato in maggiore e più largo contatto con l' aria atmosferica.

Oltre la ricerca comparativa dell' emoglobina totale sarà interessante quella comparativa dei globuli rossi, che, come si sa, possono anche non essere in rapporto assoluto con l' emoglobina totale, da che si conoscono globuli più o meno ricchi di questa sostanza, che rappresenta pure la loro funzione essenziale.

Così, riscontrata la quantità di emoglobina, il numero dei globuli rossi, la quantità dell' ossigeno che può essere sottratta dall' idrosolfito di sodio, si avrà una serie di dati, che potranno farci formulare un giudizio sulla attitudine maggiore o minore di un sangue a intrattenere dal punto di vista dell' ossidazione la nutrizione dei tessuti, assai meglio che non faccia per sè ognuno di questi dati.

E veramente un sangue che contenga poco ossigeno, determinabile col metodo Siegfried, si dimostrerebbe già poco adatto alla ossidazione dei tessuti, ma per questa sola ricerca noi non sapremmo se quella condizione fosse passeggiera, se tenesse a povertà in emoglobina, se tenesse a povertà in globuli rossi, e però non sapremmo neppure se i fenomeni generali che potrebbero notarsi fosser l' espressione di povertà d' ossigeno o non piuttosto di povertà di emoglobina o di globuli rossi.

Queste serie di ricerche, in parte già incominciate per la contatura dei globuli, intendo di continuare su larga scala, svolgendo l' argomento come ho accennato più in dietro.

Tabella II.

Influenza del tempo trascorso dal sangue fuori dei vasi e dello sbattimento in contatto dell' aria

Data			Animale	Ossigeno %	Osservazioni
6	Aprile	1893	Cane	8, 67	Sangue defibrinato da 24 ore.
9	»	»	»	4, 63	Lo stesso, defibrinato da 96 ore, tenuto a 16° in vaso chiuso.
17	Maggio	»	Cane	10, 63	Cane di kilogr. 10, sano. Sangue defibrinato da 20 ore, tenuto a 16°.
18	»	»	»	8, 03	Lo stesso sangue tenuto a 16°, dopo 50 ore dalla defibrinazione.
5	Giugno	»	Cane	4, 58	Cane di kilogr. 14, 5, sano, vecchio. Sangue defibrinato fresco.
6	»	»	»	0, 49	Lo stesso sangue dopo 24 ore, tenuto a 16°.
»	»	»	»	2, 82	Lo stesso sbattuto di nuovo a lungo.
»	»	»	»	2, 29	Lo stesso dopo altri 30'.
14	»	»	Cane	10, 16	Cane febbricitante con ampie piaghe suppuranti. Sangue defibrinato da 24 ore, tenuto a 16°.
»	»	»	»	14, 63	Lo stesso sangue sbattuto di fresco.
23	»	»	Cane	9, 30	Cane vecchio, robusto. Sangue defibrinato da 24 ore, sbattuto di fresco.
24	»	»	»	0, 00	Lo stesso sangue 48 ore dopo. Puzza di putrefatto.
»	»	»	»	7, 52	Lo stesso sangue sbattuto di nuovo.
5	Luglio	»	Cane	10, 73	Cane vecchio, robusto. Sangue defibrinato fresco.
6	»	»	»	6, 95	Lo stesso sangue defibrinato da 24 ore, sbattuto di nuovo. Temperatura 23°.
7	»	»	»	0, 15	Lo stesso sangue defibrinato da 48 ore, sbattuto per 2 o 3 minuti.
»	»	»	»	5, 35	Lo stesso sbattuto a lungo.
»	»	»	»	1, 51	Lo stesso dopo altri 40'.
8	»	»	»	5, 52	Lo stesso dopo 72 ore dalla defibrinazione, sbattuto di nuovo.
»	»	»	»	0, 00	Lo stesso lasciato a sè altri 20'.
13	»	»	Cane	8, 79	Cane giovane. Sangue defibrinato di fresco.
14	»	»	»	8, 27	Lo stesso sangue 24 ore dopo, sbattuto di nuovo.
»	»	»	»	7 37	Lo stesso dopo un' altra ora.
16	»	»	»	0, 00	Lo stesso 72 ore dopo defibrinato. Temperatura 20°. Putrefatto.
»	»	»	»	8, 41	Lo stesso sbattuto di nuovo.
27	»	»	Coniglio	7, 86	Coniglio adulto, di kilogr. 1, 800. Sangue defibrinato da 24 ore.
»	»	»	»	6, 81	Lo stesso sangue tenuto a 25° per 30'.
12	Agosto	»	Cane	15, 63	Cane di kilogr. 13, 300. Sangue defibrinato da 24 ore, tenuto a 18°, sbattuto di fresco.
»	»	»	»	11, 39	Lo stesso sangue lasciato a sè per 2 minuti primi.

Nella Tabella II ho riunito una serie di esperienze, nelle quali è messa in vista la proprietà che ha il sangue, una volta lasciato a sè, di perdere parte o tutto quell' ossigeno che ho chiamato mobile, e che si determina col metodo di Siegfried. Il fatto già posto in vista per la prima volta dal Bernard per l' ossigeno complessivo del sangue, che cioè specialmente a temperature superiori a 30° il sangue consuma del proprio ossigeno, trova qui una conferma. Noi abbiamo molte esperienze nelle quali si tratta di sangue defibrinato di cane e di coniglio. In alcune di esse si giunge fino alla incipiente putrefazione del sangue e si osserva, come è già noto, che quel sangue che già si presentava nero, privo di ossigeno determinabile con l' idrosolfito di sodio e con lo spettro dell' emoglobina ridotta, può ridivenire di color rosso chiaro e riacquistare dell' ossigeno in quantità abbastanza notevole.

Jolyet (1) aveva già trovato che l' assorbimento di ossigeno diminuisce con l' aumentare della putrefazione ed è in ragione inversa della produzione di carbonato d' ammonio.

Hoppe Seyler (2) aveva veduto che l' ossiemoglobina chiusa in tubetti, saldati alla lampada, resisteva alla putrefazione e manteneva a lungo il suo contenuto di ossigeno.

Le esperienze, che sono riferite nella Tabella II, mostrano che il sangue estratto dai vasi, qualunque sia l' animale cui apparteneva, perde una parte del suo ossigeno mobile, quando venga lasciato a sè per qualche tempo. Già dopo 24 ore la quantità di ossigeno determinabile con l' idrosolfito può essere diminuita del 5 o 6 per 100, come nelle esperienze del 13-14 Luglio 1893, fino al 90 %, come nelle esperienze del 5-6 Giugno 1893. Il sangue già defibrinato, quanto più a lungo rimane a sè in recipiente chiuso, tanto più perde del suo ossigeno mobile, ma è sempre capace di riprenderlo, non però nelle proporzioni di quando era fresco. La saturazione con l' ossigeno è fino a un certo limite tanto più forte quanto più lungo è lo sbattimento all' aria libera, e nelle esperienze del 13 al 16 Luglio si osserva appunto che un sangue defibrinato, che appena estratto dai vasi conteneva 8, 79 di ossigeno, ne possedeva 8, 27 sbattuto di nuovo dopo 24 ore, lasciato a sè poi per un' altra ora non ne aveva più che 7, 37, era completamente ridotto due giorni dopo la defibrinazione, ma pure poteva riprendere nientemeno che 8, 41 per cento di ossigeno, sbattuto a lungo all' aperto, sebbene già in preda ad incipiente putrefazione.

---

(1) Jolyet. Contributions á l' étude de la physiologie comparée du sang des vertebrés ovipares. Gaz. Méd. de Paris, pag. 381-382. Jahresberichte über die Fortschritte der Anat. und Phys., III, pag. 194.

(2) Hoppe Seyler. Weitere Mittheilungen über die Eigenschaften des Blutfarbstoffs. Jahresberichte über die Fortschritte der Anat. und Phys., VI, pag. 253.

Un fatto analogo si ha nella esperienza del 24 Giugno 1893. I risultati da me ottenuti, e fra essi son molto istruttivi quelli dal 5 all' 8 Luglio, provano che oltre la diminuita attitudine dell' emoglobina a non combinarsi con l' ossigeno, diminuisce anche e rispettivamente sparisce la proprietà di trattenere l' ossigeno in quella combinazione speciale relativamente labile, che è l' ossiemoglobina, tanto che nella esperienza del 12 Agosto vediamo che del sangue defibrinato da 24 ore e sbattuto di fresco, che conteneva 15, 63 di ossigeno, lasciato a sè, in soli 2 minuti ha perduto 4, 24 di ossigeno, cioè il 27, 1 % dell' ossigeno che aveva prima.

L' accentuarsi maggiore o minore del fenomeno è probabilmente in ragione della morte più o meno rapida del globulo prima, e successivamente in ragione della rapidità maggiore o minore con cui la putrefazione invade il sangue. Potendo fare le esperienze in recipienti accuratamente sterili, e defibrinando il sangue o con un apparecchio Hoppe Seyler sterilizzato, o meglio con un vaso contenente mercurio e meglio ancora, secondo me, contenente pallini di piombo lavati e sterilizzati, si potrebbe togliere, con mezzi opportuni, il sangue senza introdurre germi dall' aria. Ma oltre che occorre che il sangue cui si vuol far riprendere ossigeno, vi si trovi a libero e abbondante contatto, bisogna anche che nelle prove che si prendono non entri nessun fiocco di fibrina altrimenti il calcolo percentuale diviene tosto erroneo. Questi riguardi possono difficilmente conciliarsi con quelli della rigorosa sterilizzazione che sarebbe necessaria per un accurato studio del fenomeno.

Comunque sia, il risultato delle nostre prove dice chiaramente che il sangue fuori dei vasi dopo un tempo più o meno lungò consuma il suo ossigeno mobile, ma può ripigliarne dell' altro, dar luogo a nuova ossiemoglobina, che poi rapidamente si scompone e perdere di nuovo l' ossigeno riacquistato.

Nè può esservi dubbio che l' ossigeno così ripreso sia semplicemente disciolto nel sangue, perchè si vede allo spettroscopio riapparire lo spettro dell' ossiemoglobina in posto di quello evidente dell' emoglobina ridotta, oltre che sarebbe fisicamente incomprensibile che un liquido a 23°, come nell' esperienza del 7 Luglio, potesse impadronirsi per dissoluzione di 5, 35 c.c. di ossigeno per 100, per perderli subito e dopo 40′ non presentarne che 1, 51, riprendendone dopo altre 24 ore 5, 52 per la solita manovra dello sbattimento all' aria libera, e infine ridursi a non mostrare più nulla affatto alla stessa temperatura e scorsi altri 20′.

Anche per questo riguardo mi rimane a risolvere la questione che mi sono limitato ad accennare, intendendo farne oggetto di qualche esperienza appropriata.

* * *

Tabella III.

Qualità del Sangue

Data	Carotideo	Venoso	Defibrinato	Animale
5 Giugno 1893	4, 98	3, 05	4, 58	Cane vecchio, sano, di kilogr. 14, 500.
18 » »	4, 98	3, 21	4, 90	Cane febbricitante, di kilogr. 12, 500.
22 » »	12, 10	5, 33	8, 80	Cane vecchio, sano.
5 Luglio »	—	6, 52	10, 73	Cane vecchio, sano.
13 » »	—	4, 34	8, 79	Cane giovane, sano.
1° Agosto »	5, 45	—	8, 80	Cane mops vecchio, sano, di kilogr. 12, 500.

Mi resta a dire qualche cosa sopra alcuni dati raccolti nella Tabella III, come conferma anche dei risultati di Siegfried, e come saggio di ricerche fatte sul sangue carotideo e sul venoso preso direttamente dai rispettivi vasi, e il defibrinato.

Ho raccolto il materiale confrontabile, che ho potuto riunire dal libro di Laboratorio, lasciando da parte tutte le esperienze che per essere fatte su vari animali non possono a rigore fra loro paragonarsi.

Le determinazioni riguardano tutte dei cani, di cui quattro vecchi, ma sani; due giovani, di cui uno febbricitante ed uno sano.

Il sangue defibrinato e sbattuto a lungo all' aria deve rappresentare eminentemente l' arterioso, quello cioè saturo di ossigeno e che relativamente contiene maggiore copia di ossiemoglobina.

Nelle esperienze che riportiamo, questo fatto non si verifica che in un caso sopra quattro, in cui fu eseguita tanto la ricerca sul sangue della carotide, come quella del sangue defibrinato fresco. L' unica spiegazione possibile, quando non si voglia invalidare la determinazione sperimentale, è quella che lo sbattimento del sangue sia stato insufficiente, come fu varie volte evidentemente in casi in cui si potè aumentare la quantità di ossigeno seguitando a sbattere il sangue più a lungo. Una prova palmare di ciò si ha nella Tabella II, nella quale, come facemmo già osservare, nella esperienza del 7 Luglio, si potè formare un contenuto di ossigeno a 0, 15 sbattendo il sangue per 2 o 3 minuti solamente e poi continuando a sbatterlo a lungo si potè portare il percento di ossigeno a 5, 35.

Or dunque nelle esperienze del 5, 15, 22 Giugno è probabile che il contenuto in ossigeno che rispettivamente venne determinato di 4, 98-4, 98-12, 1 per il sangue arterioso, e 4, 58-4, 90-8, 80 per il defibrinato,

fosse in realtà più basso in quest' ultimo in causa di uno sbattimento insufficiente, il quale non ha impedito che per la temperatura elevata, uguale a quella dell' organismo, il sangue stesso consumasse parte di quell' ossigeno che era combinato all' ossiemoglobina.

Ciò invece è avvenuto nell' esperimento del 1° Agosto, nel quale di contro ad un contenuto di 5, 45 nel sangue carotideo osserviamo 8, 80 come valore minimo (vedi Tabella I) ottenuto nella determinazione fatta sul sangue appena defibrinato.

Ho creduto interessante il riferire questi risultati, nonostante l' apparente contrasto fra il sangue arterioso e il defibrinato, perchè essi rappresentavano osservazioni fatte nello stesso animale, nel medesimo istante ed erano anche, secondo il concetto già citato del Bert (Op. cit.), degni di speciale considerazione.

In tutti i casi riferiti nella Tabella III, si osservano per il sangue venoso delle cifre assai basse, che confermano quelle ottenute anche dal Siegfried. Tutte sono naturalmente inferiori a quelle del sangue defibrinato e del carotideo e nell' esperienza del 22 Giugno, troviamo anzi un valore di 5, 33 che non è neppure la metà di quello carotideo.

Il Siegfried, operando su sangue di cani, cui aveva chiuso la trachea, eseguì tre determinazioni ed osservò che innanzi al prodursi delle convulsioni il sangue conteneva 2, 2 % di ossigeno, subito dopo il principio delle convulsioni 0, 7 e poco prima della morte era già completamente ridotto.

Nelle mie determinazioni il sangue era estratto dal moncone periferico della giugulare esterna e mi diede come valore minimo 3, 05 %, non era naturalmente sangue asfittico, ed il suo corrispondente sangue arterioso e defibrinato, toccava presso a poco i valori riscontrati dal Siegfried.

Non dobbiamo dimenticare in ogni caso che il metodo di cui mi sono valso, e che raccomando, dà valori che rispondono al momento preciso in cui si fa l' esperienza, che possono cogliere quindi il sangue in condizioni assai disparate per riguardo al suo contenuto in ossigeno. Io credo che probabilmente con la pompa si troverebbero valori quasi sempre eguali anche quando il metodo Siegfried fa riscontrare differenze notevoli, e ciò pur avuto riguardo alle maggiori sorgenti d' errore del metodo della pompa in confronto a quello dell' idrosolfito. Questo concetto si fonda sul fatto che la pompa estrae l' ossigeno dell' *ossi* e della *pseudoemoglobina*, ed invece l' idrosolfito non dimostra che il primo. Ora, appunto è essenzialmente il primo che serve alle ossidazioni dell' organismo, sia in seno alla corrente circolatoria, come vorrebbero le esperienze del Siegfried, sia in mezzo ai tessuti, come si era voluto fin qui.

E si comprende come basti talora la contenzione troppo lunga del-

l' animale sul tavolo, per produrre una irregolare respirazione, uno scambio più o meno vivo e imperfetto di gas e però una formazione più o meno copiosa di ossiemoglobina nei capillari degli alveoli polmonari, se pure è là dentro propriamente che l' emoglobina andando in contatto con l' ossigeno gli si combini.

Io qui ripeto, che ho voluto confermare la bontà di un metodo, modificandone, secondo me, opportunamente la tecnica e dimostrandone i grandissimi vantaggi per la fisio-patologia del sangue.

Settembre 1893.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Fig. 1 — Apparecchio originale Siegfried.

» 2 — Pipetta annessa all' apparecchio Siegfried.

» 3 — Prima modificazione.

» 4 — Seconda modificazione. Apparecchio completo.

» 5 — Sostegno dell' apparecchio precedente.

» 6 — Insieme schematico dell' apparecchio per la titolazione dell' idrosolfito di sodio.

Fig. 4.

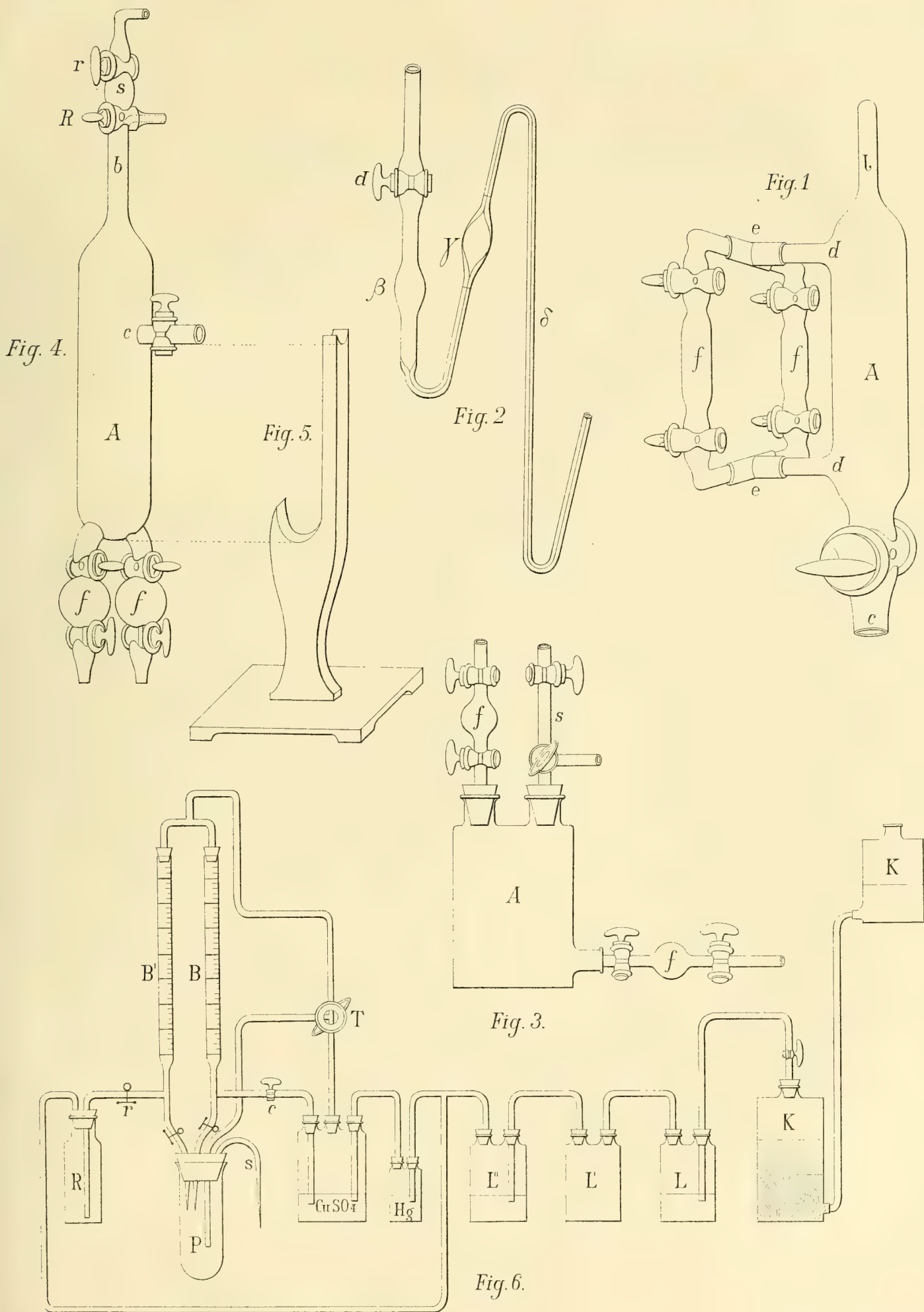
Fig. 2

Fig. 1

Fig. 5.

Fig. 3.

Fig. 6.

Lit. Mazzoni e Rizzoli-Bologna

OSSERVAZIONI MICROSCOPICHE

CIRCA

L'INTERNA FABBRICA DEGLI OCCHI DELLE SQUILLE

E

SPECIALMENTE DELLA SQUILLA MANTIS

DEL

PROF. G. V. CIACCIO M. D.

(Lette nella Sessione del 27 Maggio 1894).

(CON TAVOLE)

Le Squille, come leggesi scritto nei libri di Zoologia, sono Crostacei del Sottordine degli Stomapodi, e ve n' é di tre maniere, l' una é la Squilla Mantis *L.;* l' altra la Squilla Desmarestii *Risso;* e l' altra la Squilla Ferussaci *Roux;* le quali tutte abitano e vivono nei mari che Italia bagnano. Ma di queste tre maniere di Squille la più comune e insiem la più grande è la Squilla Mantis, volgarmente chiamata in Viareggio Cicala di mare, e in altre parti d' Italia Sparnocchia o Canocchia. Ed é appunto in questa che io ho particolarmente investigato gli occhi col microscopio.

Gli occhi delle Squille sono per natura di color glauco con un cotal lustro iridato, il quale vogliono alcuni che cresca nel tempo ch' elleno vanno in frega; ed essi fanno, quanto alla figura, ch' é tonda e lunghetta, non lontana similitudine col seme dell' Eleagnus angustifolia o Ulivo di Boemia, e sono stabilmente situati in cima a due piccoli gambi, o appendici del primo anello cefalico, i quali son mobili per opera di alcuni muscoletti che vi s' attaccano dentro. E sono questi occhi delle Squille della generazione di quelli che dalla universalità degli Scrittori di cose naturali son chiamati occhi composti o a faccette o a rete; ma di questi nomi quello che a me pare che meglio lor convenga é il nome di occhi a faccette, o più propriamente, occhi a cornea sfaccettata, perché egli non esprime altro che quello che si vede senza alcun concetto teorico circa all' interna loro composizione; dove che l' altro di occhi composti inchiude l' idea di un aggregamento di piccoli occhietti chiamati con greca voce dal Ray Lankester *ommatidi*, operanti, sebbene nello stesso tempo, ciascuno di per sè. La qual cosa, come io opino, non é secondo verità. Perciocché gli occhi

composti non sono che un tutto armonico fatto si bene di parti distinte, ma che concorrono con l' operar loro singulo a una operazione comune finale, qual' è il vedere.

Cap. I.

Delle parti onde son composti gli occhi delle Squille.

Come in altri Artropodi, così nelle Squille gli occhi son composti di varie e diverse parti, le quali, quante elle siano, si può apertamente vedere in alcuno degli occhi che sia insieme con buona parte del gambo tagliato per intero e di lungo sottilmente col microtomo o da mano esperta. (Tav. I fig. 1.ª). E queste parti, a volerle ora nominatamente annoverare, sono:

1) Il ganglio ottico insieme col nervo che ne nasce.

2) La retina.

3) I coni cristallini.

4) La materia colorata o pigmento.

5) La cornea con l' invoglio esterno dei due gambi che portano gli occhi.

6) I vasi e le piccole lacune sanguigne.

Delle quali tutte parti noi diremo ordinatamente quel tanto che è necessario, e che ci è venuto fatto di conoscere per le nostre osservazioni.

Cap. II.

Del ganglio ottico e del nervo che ne nasce.

Il ganglio ottico delle Squille, siccome io avviso, sta in quel piccolo cumulo di celloline nervose, probabilmente bipolari, le quali, parte distese a guisa di linguette tra i fascetti di fibre del nervo ottico, si osservano all' estremo davanti del bulbo ottico (fig. 1.ª *go*). Col qual nome, per una certa analogia col bulbo olfattorio dei vertebrati, io chiamo ciò che il Bellonci (1) ha chiamato non dirittamente ganglio ottico; che, come si è detto, trovasi nell' estremità anteriore di esso bulbo. Il quale (fig. 1.ª *bo*), quando è tagliato convenientemente di lungo, appare come diviso e distinto in due porzioni, l' una di dietro, e l' altra davanti, differenti di grandezza e figura, e coperte in parte alla superficie di cellette nervose, e collegate per mezzo di fascetti di fibre nervee in un sol corpo, il quale per un cordoncino

(1) G. Bellonci, *Morfologia del sistema nervoso centrale della Squilla Mantis.* Annali del Museo civico di Genova 1878.

o nastretto parimente nervoso si aggiunge col cervello, dentro la cui parte anteriore le fibre dell' uno e l' altro nastretto si scontrano e intersecano formandovi una specie di chiasma ottico interno. Ond' è che nelle Squille, a differenza di altri Artropodi con occhi sessili, il ganglio ottico dimora fuori del cervello, e poco distante dalla retina. E però ne viene che il nervo che nasce dal predetto ganglio, cioè il nervo ottico, ha di necessità ad essere poco lungo. Ed infatti negli occhi delle squille è cortissimo e spaso in guisa di ventaglio aperto (fig. 1ª. *no*), con un' orditura serrata di fascetti di fibre piatti che s' indirizzano in linea più o meno obliqua alla retina dove slargandosi vanno a formare quel suolo che delle fibre del nervo ottico ha nome.

Cap. III.

Della retina.

La retina delle Squille tiene tutto quello spazio ch' è dal nervo ottico ai coni cristallini, dove sono allogati con succedevol ordine i diversi suoli ond' ella è composta: i quali, senza le due membrane che terminano e separano alcuni di essi suoli, sono al numero di quattro. E il primo di questi suoli, cominciando a nominarli dal di dietro all' avanti, è il suolo delle fibre del nervo ottico. Il quale, nella retina tagliata sottilmente di lungo col microtomo, vedesi fatto di due parti, cioè di piccoli fasci trasversali di tessuto connettivo, e di fascettini di fibre del nervo ottico che passano diradati tra quelli (fig. 2.ª *sfo*). A questo primo suolo segue l' altro delle cellule nervose, le quali, dotate di un nucleo anzi che no grosso e tondo, si vedono quasi come incavernate in una particolare sostanza, o tessuto che sia, forse della medesima qualità di quello che intesse i piccoli fasci trasversali del precedente suolo (fig. 2.ª *scn*). Ed è tale suolo delle cellule nervose terminato, a quel che pare in alcuni esemplari microscopici, in sul davanti da una sottile membranuzza tutta traforata (membrana terminativa posteriore della retina) per dare adito a quei fascetti che vanno a costituire il seguente suolo, che io, in mancanza di nome più proprio, denomino *suolo fascicolare.* Il quale, come apertamente lo dice il nome, è fatto principalmente di piccoli fasci di fibre nervee che insieme con dei canaletti sanguigni vengono fuori dal suolo delle cellule nervose. L' andamento dei fascetti che son dentro il suolo non è diritto, ma più e meno obliquo, e un pochetto ondato; e quando i fascetti son vicini alla membrana terminativa anteriore (fig. 1.ª *mtar*), ciascun di loro si partisce in altri fascetti più piccoli, e sono essi quelli, che trapassata la detta membrana vanno a congiungersi coi bastoncelli visivi (fig. 1.ª *sf*). E si avverta che delle membrane terminative degli occhi degli Artro-

podi questa, che io chiamo dal luogo che tiene membrana terminativa anteriore, è appunto quella ch' è universalmente ammessa e chiamata leggiadramente col nome di membrana basale da coloro che hanno finora investigato e scritto dei predetti occhi. Ed ella, diversamente dalla membrana terminativa anteriore della retina degl' insetti, ch' è omogenea in vista, e verisimilmente di natura chitinica, e tutta traforata di minuti forellini, è negli occhi delle Squille evidentemente intessuta di una intrecciatura svariata di fascetti di una particolar maniera di tessuto connettivo fibrillare, che lasciano un gran numero di piccole aperture a guisa di fessure, per le quali, come di sopra è detto, passano i fascettini nervosi più piccoli del suolo fascicolare, che hanno ad entrare in connessione coi bastoncelli visivi. I quali tutti insieme formano l' ultimo e il più importante suolo della retina non che delle Squille, ma anche degli Artropodi in genere. Anzi è a esso solo che quasi tutti i moderni osservatori hanno ristretto le loro osservazioni. Imperocchè, al giudizio loro, ogni bastoncello, se si considera circondato com' è naturalmente dalle proprie cellule pigmentarie, è una piccola retina; ma se per contra si considera insieme con il corrispondente cono cristallino e la corrispondente faccetta della cornea è un piccolo occhietto. Il color naturale dei bastoncelli, se si ha a dar fede al Leidig e a Mx Schultze, è rosso; e ciascun di loro, nudato ch' è delle proprie cellule pigmentarie, appare configurato a piramide con la base alquanto ritonda, volta in avanti, e con l' apice all' indietro, che si assottiglia in un sottilissimo filamento (fig. 3.ª e 4.ª *fbv*), il quale probabilmente si congiunge con uno, o due di quei fascettini nervosi del suolo fascicolare che trapassano la membrana terminativa anteriore della retina. E tale piramide, ch' è tutta intagliata all' esterno di sottili intagli trasversali, vista in taglio perfettamente trasverso apparisce di figura quadrata, e divisa alle volte da due lineette che s' incrociano nel mezzo in quattro parti uguali (fig. 6.ª e 7.ª *bv*). Donde è da inferire che il bastoncello visivo delle Squille è fatto di quattro piccoli pezzi quadrilunghi, e ciascuno di essi composto di lamelle sovrapposte e congiunte insieme per una particolare sostanza che, ove accade che si gonfi per l' opera delle soluzioni lunghe di potassa caustica, discosta le lamelle l' una dall' altra (fig. 4.ª) e sovente anche le disfigura. Alcuna altra volta poi al bastoncello visivo, discostate che gli si sono le proprie cellule pigmentarie, resta attaccata alla superficie una gran quantità di grani di color tanè più o meno scuro, i quali là dove sono radi, si vedono disposti parte in forma di striscette trasversali su le facce e parte in forma dei denti d' una piccola sega ai canti, ed internati nella sostanza compositiva del bastoncello (fig. 5.ª *sgps, sgpd*). Perchè, e donde ciò, e che significhi, nol saprei dire.

Cap. IV.

Dei coni cristallini.

I coni cristallini delle Squille sono molto grandi rispetto alla grandezza degli occhi, che non è punto maggiore o di poco del seme dell' Ulivo di Boemia, cui, come dissi nel principio di queste mie *Osservazioni microscopiche,* somigliano nella figura. Ed essi sono situati in quello spazio ch' è tra il suolo dei bastoncelli visivi e la cornea sfaccettata; ed ivi sono disposti per tal modo che ogni cono risponde con la sua base a una faccetta della cornea e col suo apice all' estremità davanti di un bastoncello visivo (fig. 1.ª *cr*). La figura loro, come lo dichiara il nome imposto a essi dai moderni Naturalisti, è quella di un cono, il quale ha questo di notabile, che la sua base, in luogo di esser piana, com' è d' ordinario, si solleva in piccolo cono posto in mezzo tra due cellule figurate ancora esse a cono smussato (fig. 11.ª e 12ª): e oltre a ciò, essa base è coperta tutta intorno, salvo che in quella parte che s' innalza a cono, di una sottile lamina di particolar sostanza, foggiata quasi a ghiera (fig. 12.ª e 19.ª *lgbc*), la quale si fa visibile e mostrabile in quei coni cristallini levati da occhi di Squilla che son dimorati per lungo tempo in soluzioni lunghissime di acido cromico, e poi ammezzati e messi per qualche giorno a discolorire e macerare in un mescolato di 20 parti di acido nitroso nitrico e di 100 di glicerina del Price, e poi che si sono lavati a più alcool, e lasciati colorare a una soluzione lunga di carminio del Beale, si osservano disgregati in glicerina col microscopio. Guardati i coni cristallini tagliati esattamente per trasverso, e abbastanza ingranditi dal microscopio, tutti appariscono senza eccezione composti di quattro pezzi, partiti e distinti da tre giunture lineari, le quali tutte insieme rendono similitudine all' H romana (fig. 15.ª). E di questi quattro pezzi i due del mezzo sono quadrangoli, e i due laterali lunati. Quanto all' interna tessitura, ciascun pezzo è composto di una tunica propria (fig. 16.ª *tp*), non dissimile da quella che avvolge tutti i quattro pezzi insieme, e di una particolar materia con dentrovi impiantati minuti lapilletti che naturalmente hanno apparenza di grani (fig. 15.ª). La quale materia, secondo il vario modo ch' è condizionata, e secondo che viene osservata o poco o molto ingrandita dal microscopio, appare ora uniformemente granosa (fig. 15.ª), e ora distintamente divisata in un intreccio o fitto reticolo di filuzzi tondi, pieno di apparenti grani nei nodi e dentro le maglie, e di una particolare sostanza che esse maglie riempie (fig. 14.ª e 16.ª *rmc*). E tale sostanza io l' ho osservata sensibilmente diminuire o svanire quasi del tutto per opera dell' alcool anidro e dell' etere e dello xilolo, dove che il reticolo all' incontro diviene più che

mai manifesto. In rispetto poi al filamento in cui s' allunga l' apice del cono cristallino, esso senza dubbio risulta dall' unione dei singoli fili che si protendono dai quattro pezzi che quello compongono, e ognuno di essi ha la medesima tessitura interna del pezzo donde proviene (fig. 17ª). La qual cosa viene provata con tutta evidenza per i tagli trasversi del filamento del cono, che allargasi, quando è vicino a connettersi con l' estremità anteriore del bastoncello visivo (fig. 11.ª e 18.ª *pafm*). La quale connessione si fa, com' io penso, non per immedesimazione di sostanza, ma per attaccamento dei quattro fili all' esterno del bastoncello visivo. E da ultimo, per non lasciar cosa alcuna che risguarda a' predetti coni, bisogna ch' io tocchi un poco di quei nuclei che gli scrittori moderni degli occhi dei crostacei, e specialmente il Parker (1), affermano trovarsi nell' interno del cono cristallino. Quanto a me, quel che io posso dir di certo intorno la detta affermazione è, che di rado mi è avvenuto di veder nuclei dentro ai coni cristallini, sì in quelli al postutto isolati e convenientemente coloriti, come in quelli tagliati per lungo o di trasverso presso alla base. Ond' io sono indotto a credere che i nuclei si trovano solo in quei coni cristallini che non sono ancora pervenuti alla loro finale perfezione, e all' incontro mancano in quelli che vi sono di già arrivati; o con altro dire, i nuclei, che sono il segno certo dell' origine cellulare di ciascuno dei quattro pezzi, onde il cono cristallino è composto, si trovano in quei coni nei quali la trasformazione della cellula originaria ancora perdura, e mancano per contrario in quelli in cui la trasformazione è già finita.

Cap. V.

Della materia colorata o pigmento.

La materia colorata, o pigmento, come chiamasi comunemente oggidì dagli scrittori di cose naturali, negli occhi delle Squille trovasi principalmente in due parti, cioè nel suolo dei bastoncelli visivi, dove abbonda, e in quella parte della retina che comprende il suolo delle fibre del nervo ottico, quello delle cellule nervose, e quello nervoso fascicolare; ma qui non è mai in tale quantità che gli possa essere applicato con ragione il nome di coroide, come ha fatto il Bellonci (2). E tale pigmento consiste in cellule di color bruno o tanè scuro, di diverse grandezze e figure, e più e meno ramose, e tra esse vogliono maggior considerazione, e me-

---

(1) G. H. Parker, *The compound Eyes in Crustaceans* Pl. VIII. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology. Vol. XXI. N.° 2. Cambridge, U. S. A. 1891.

(2) G. Bellonci. Lav. cit. Tav. X. fig. 1.ª *c*.

ritano di essere particolarmente descritte quelle che stanno attorno a ciascun bastoncello visivo. Le quali cellule sono in numero di sette, ed hanno ciascuna l'estremità loro di dietro foggiata a piede che posa sopra la membrana terminativa anteriore (fig. 10.ª e 21.ª *pcpb*), e il nucleo situato presso all'estremità davanti; e la cosa veramente singolare é che subito sopra il nucleo la sostanza della cellula si mostra visibilmente reticolata (fig. 4.ª e 11.ª *prp*) e si prolunga in su ramificandosi in parecchi rami nodosi e ricchi di pigmento nero, i quali insieme con quelli che vengono dalle cellule pigmentarie di tutti i bastoncelli visivi formano quella particolare zona nera che termina in avanti il suolo dei detti bastoncelli (fig. 1.ª e 21.ª *zpta*). E si avverta che quando tutte le sette cellule sono tagliate di trasverso insieme col bastoncello in quella parte dove sta situato il loro nucleo, elleno in sezione appariscono ciascuna col proprio nucleo dentro, salvo che una, che é un poco più grande, e non l'ha (fig. 9.ª). Ma oltre alle dette cellule che son proprie dei bastoncelli visivi, ve n'é di molte altre che con le loro prolungazioni ramose corrono lo spazio che é tra bastoncello e bastoncello, e accompagnano quei vasellini sanguigni che ivi si distribuiscono.

Cap. VI.

Della cornea e dell'invoglia o tunica esterna dei due gambi che portano gli occhi.

Negli occhi delle Squille la cornea é arcuata e si ampia che gli cuopre in tutta la loro ampiezza fin dove la si vede continuare all'esterna invoglia dei due gambi sopra cui quelli stanno fermamente situati (fig. 1.ª *co*). Ha un colore proprio, ch'é un certo lustro iridato, che le viene per effetto di sbattimenti di luce dalla parte superficiale davanti, la quale, similmente che quella della cornea di alcune generazioni di tafani, é fatta di sottilissime laminette perpendicolari. È scompartita in faccette le quali sono esagone e congiunte tra loro per una particolare sostanza molliccia e finissimamente granosa che distingue l'una faccetta dall'altra. Ciascuna faccetta é alquanto curva dalla banda davanti e piana dall'altra di dietro (fig. 13.ª); sebbene nei tagli verticali della cornea accade non di rado vederne alcune curve o piane da ambedue le bande (fig. 21.ª). Il che, al creder mio, proviene o dal luogo dove si fa il taglio o dal modo com'egli si fa. In ogni faccetta sono, quanto a struttura, da distinguere due parti, l'una esterna a guisa di sottile lamina, la quale, secondo come la cornea é stata condizionata dalle materie chimiche che si sono adoperate, mostrasi ora tingibile per i colori oggidì in uso, ed alcuna volta anche disgiunta dalla parte interna, ed ora no; l'altra interna, grossa e strettamente lami-

nosa, la quale si lascia colorare agevolmente alle diverse materie coloranti, come il paracarminio e il carmallume del Mayer ecc. (fig. 13.ª *pefc, pifc*). Dove finisce la cornea, là comincia l'invoglia o tunica esterna del gambo che porta l'occhio. E tale invoglia, medesimamente che la cornea, è fatta di due parti, le quali comechè pajano continuarsi immediatamente con le due parti corrispondenti della cornea, tuttavia la parte interna dell'esterna invoglia del gambo, oltre all'essere manifestamente laminosa, dà a vedere ciascuna lamina circondata spiralmente in tutta la sua lunghezza da un sottile filamento elastico (fig. 22.ª). Di dentro poi questa invoglia è soppannata di un solo ordine di minute celloline cilindriche le quali sono come mezzo di attaccatura delle fibre di uno de' capi di quei muscoletti che muovono il predetto gambo. Ma oltre a questa invoglia o tunica esterna che è di natura chitinica, ve n'è un'altra di tessuto connettivo che cuopre e veste tutto ciò che è contenuto dentro il gambo, (fig. 1.ª), e circoscrive con alcune delle sue lamine quelle piccole lacune sanguigne che si osservano tra le dette due invoglie.

Cap. VII.

Dei vasi e delle piccole lacune sanguigne.

I vasi sanguigni degli occhi delle Squille io mi sono fatto ad osservarli nel loro corso e nelle loro diramazioni, dopo averli resi visibili per mezzo dell'azzurro di Prussia solubile cacciato dentro il loro cuore mediante un piccolo schizzetto. Ed essi, com'è risaputo, son forniti dall'arteria ottalmica, la quale si addentra in ciascun occhio per la via del proprio gambo. E tra i rami in cui ella si risolve, i primi son quelli che si distribuiscono per lo nastro e bulbo ottico, e poi gli altri che vanno al nervo ottico e alla retina, nella quale se ne veggono non pochi distribuiti particolarmente al suolo delle cellule nervose, e donde passano insieme coi fascetti nervosi nel suolo fascicolare; e da questo, trapassando la membrana terminativa anteriore, al suolo dei bastoncelli visivi. Alla parte inferiore del quale se ne veggono parecchi tra grandi e piccoli correre tra un bastoncello e l'altro; e di essi quelli che, siccome io penso, meritano per la loro importanza più considerazione sono quei vasellini sanguigni che si indirizzano in su costeggiando i coni cristallini fin sotto alla cornea (fig. 11.ª *vs*). Dove pervenuti che sono, formano delle maglie esagone alla base de' coni cristallini (fig. 20.ª *vs, fco*) e tra una faccetta della cornea e l'altra, dalle quali si spiccano ramuscoli che s'intrecciano a rete subito sotto a ciascuna di esse faccette, (fig. 20.ª *rs*) e in corrispondenza alla base dei coni cristallini. Ma oltre ai vasi sanguigni dei

quali si é parlato, io negli occhi delle Squille ho ancora osservato delle lacunette sanguigne lunghesso la retina e il bulbo ottico (fig. 1.ª *ls*), le quali mostrano chiaramente come anche nei crostacei superiori il circolo del sangue non aggiunge mai a quel grado di perfezione che vedesi negli animali con vertebre.

Cap. VIII.

Conchiusione.

Essendo oramai alla fine di queste mie *Osservazioni microscopiche* pervenuto, dico, conchiudendo, che intorno alla struttura interna degli occhi delle Squille, per quanto mi é venuto a notizia, pochi hanno scritto, e di questi pochi alcuni si son contentati di figurare l' occhio tutto intero tagliato di lungo insieme con parte del suo gambo, e alcuni di toccarne una qualche particolarità di struttura, di più o meno importanza. E tra i primi sono da numerare il Bellonci (1) e l'Exner (2) i quali nelle loro figure altro non ci han dato che una povera abbozzatura dell' occhio della *Squilla Mantis:* tra i secondi il Will (3) che osservò e scrisse le faccette della cornea della *Squilla Mantis* essere esagone; lo Steinlin (4) i coni cristallini essere composti di quattro segmenti; il Grenacher (5) il rabdoma (bastoncello visivo) visto in taglio trasverso apparire di figura quadrata, e diviso in quattro parti uguali, e le cellule retiniche (cellule pigmentarie del bastoncello) esser sette, e in ciò con lui si accordano l'Hickson, il Carriere ed altri che non nomino. E qui non voglio lasciare senza menzione il Parker, il quale, se non erro, é il solo tra i moderni che si sia occupato di proposito degli occhi dei Crostacei, investigandoli in ben due Ordini e sette sottordini, cioé Amfipodi, Fillopodi, Copepodi, Isopodi, Leptostrachi, Cumacee, Schizopodi, Stomapodi, e Decapodi. E se egli, seguendo le dottrine del Ray Lankester e del Grenacher, non avesse ristretto a una parte dei loro occhi le sue osservazioni, certo ci avrebbe dato un lavoro molto migliore di quello che già vedesi pubblicato per le stampe. Quanto é a me, io mi sono studiosamente guardato nelle

---

(1) G. Bellonci, Lav. cit. Tav. X. fig. I.

(2) S. Exner, *Die Physiologie der facettirten Augen von Krebsen und Insecten* p. 128. Taf. III. fig. 22. Leipzig 1891.

(3) F. Will, *Beiträge zur Anatomie der zusammengesetzen Augen mit facettirter Hornhaut* 32 pp, 1 Taf. Leipzig 1840.

(4) W. Steinlin, *Ueber Zapfen und Stäbchen der Retina.* Arch. f. mikr. anat. Bd. IV p. 10, Taf. II. 1868.

(5) H. Grenacher, *Untersuchungen ueber das Sehorgan der Arthropoden, insbesondere der Spinnen, Insecten, und Crustaceen,* p. 123 Taf. XI. Göttingen 1879.

presenti mie *Osservazioni microscopiche* da cotali dottrine, che veggo con dolore seguitate dagli odierni Naturalisti, e mi è paruto bene di ordinare e disporre per capitoli la materia che era da trattare, quasi come feci nei miei tre *Libri sopra la minuta fabbrica degli occhi dei Ditteri,* i quali insieme colle dodici tavole illustrative vennero sommamente commendati e lodati da quel grande scienziato e dotto naturalista tedesco, ch' è Francesco Leydig, il quale mi ebbe a scrivere in proposito le due infrascritte lettere, che io qui testualmente riporto:

« Bonn 12 Decemb. 1884.

« *Hochgeehrter Herr Collega!*

« Ihr Werk über den feineren Bau des Auges der Dipteren, welches Sie mir gütigst sandten habe ich richtig erhalten.

« Indem ich mich beehre dies hiermit anzuzeigen, statte ich zugleich den verbindlichsten Dank ab.

« In diese zwölf Tafeln ist viel Arbeit niedergelegt; sie geben Zeugniss von scharfer Beobachtungsgabe, grossem technischem Geschick und Ausdauer. Das Werk bleit bein interessanter Denkmal histologischer Forschung.

« Gewünscht hatte ich nur, dass Sie den Text nicht auf die Tafelerklärung beschränkt hätten.

« Man bleibt so über manche Fragen in Zweifel, welche eigentlich Ihre Ansicht ist. Möge es Ihnen vielleicht gefallen noch nachträglich Ihre Auffassungen über gewisse Grundfragen irgendwo veröffentlichen zu wollen.

« Zugleich mit gegenwärtigen Zeiten habe ich eine im vorigen Jahr erschienene Schrift an Ihre Adresse abgehen lassen und bitte um denen freundliche Entgegennahme.

« In ausgezeichneter Hochachtung

« *ergebenst*

« F. Leydig. »

« Bonn 23 December 1885.

« *Hochverehrter Herr Collega!*

« Ein werthvolleres und erwünschteres Weihnachtsgeschenk hätte mir nicht bescheert werden können als das gestern erhaltene Werk, begleitet von den freundlichen Zeilen und der prächtigen Photographie.

« Empfangen Sie meinen verehrungsvollen und herzlichen Dank!

« Die Photographie betrachte ich mit grossem Interesse, da sie das Bild eines Fachgenossen gibt welcher unübertroffen in der Genauigkeit, Gründlichkeit und Schärfe seiner Forschungen dasteht und dessen Schriften in der Anordnung des Stoffes und im Stil ebensoviel Sinn für Schönheit wie für kritische Darlegung Kund geben. Sie sind eben, verehrter Herr Collega, ein echter Sohn des Landes, in welchem Kunst und Wissenschaft ein altes Erbtheil sind!

« Ihre Schrift über das Auge der Dipteren ist zum Mittelpunct und Muster für alle diejenigen geworden, welche sich von jetzt an mit dem Sehorgan der Arthropoden beschäftigen werden.

« Die Ehre, welche Sie mir erweisen, indem Sie dem Werke meinen Namen vorsetzen, muss ich hoch ausschlagen, indem ich mir wohl bewusst bin, dass der Antheil, welchen ich an der Ausbildung der Histologie vielleicht habe, ein geringer ist und keinesfalls den Ruhmestitel verdient, den Sie mir beizulegen das Wohlwollen und die Höflichkeit haben.

« Genehmigen Sie, verehrter Herr Collega, den Ausdruck grösster Hochachtung und Dankbarkeit von

« *Ihrem ergebensten*

« F. Leydig. »

Ma contuttociò (sia detto incidentemente) non trovarono quel favore che io mi sperava appresso quella oculata e dotta e competente Commissione dell'Accademia dei Lincei che avea ad aggiudicare il premio del re Umberto, massimamente perchè uno di quei commissari, che passava di sapere gli altri, con l'opera del Grenacher in mano, si sbracciò a mostrare come nei predetti miei tre libri e nelle 174 figure delle 12 tavole

illustrative non eravi cosa che meritasse di essor presa da loro in considerazione, e che non si trovasse più o meno accennata o detta o figurata dal Grenacher. Il che mi muove di necessità a credere che nè quel tale Commissario, nè gli altri della Commissione si fossero data la pena di leggere almeno l' introduzione della soprammentovata mia opera, dove io urbanamente impugno i pensamenti messi avanti dal Grenacher circa l' interna composizione degli occhi degli Artropodi.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

La significazione delle lettere comuni a tutte le figure delle Tavole è come si dice di sotto:

bo — Bulbo ottico.
bv — Bastoncello o bastoncelli visivi.
cgo — Cellule cilindriche corte che soppannano al di dentro il gambo dell' occhio.
co — Cornea.
cpb — Cellule pigmentarie del bastoncello visivo.
cr — Cono o coni cristallini.
csbc — Cellule a cono smussato infra le quali giace quel piccolo cono in cui s' innalza la base del cono cristallino. Tali cellule, che io credo essere di qualità pigmentaria, dal Parker sono denominate cellule dell' ipoderma corneale, e da altri cellule del Semper.
fbv — Filamento in cui s' assottiglia il bastoncello visivo all' estremità sua di dietro.
fco — Faccetta o faccette della cornea.
fcr — Filamento in cui si prolunga l' apice del cono cristallino.
fn — Fascetto o fascetti nervosi.
go — Ganglio ottico.
gpo — Gambo su cui sta fermo l' occhio.
lgbc — Laminetta di particolar sostanza che cuopre e veste a modo di ghiera il dintorno e parte della base del cono cristallino.

ls — Lacunette sanguigne.
mgo — Muscoletti che muovono il gambo dell' occhio.
mtar — Membrana terminativa anteriore della retina.
no — Nervo ottico.
pafc — Parte del filamento del cono cristallino che si allarga per adattarsi all' estremità davanti del bastoncello visivo.
pcpb — Piede delle cellule pigmentarie del bastoncello visivo col quale si posano e attaccano alla membrana terminativa anteriore della retina.
pefc — Parte esterna della faccetta corneale che apparisce come sottile lamina, e dalla cui particolar struttura viene quel lustro iridato che mostrano gli occhi delle Squille.
pifc — Parte interna di essa faccetta la quale é serratamente laminosa.
prcb — Parte reticolata delle cellule pigmentarie del bastoncello visivo.
r — Retina.
rmc — Reticolo della materia compositiva del cono cristallino.
rs — Reticolo sanguigno.
sbv — Suolo dei bastoncelli visivi.
scn — Suolo delle cellule nervose.
sf — Suolo fascicolare.
se — Suolo o parte esterna del gambo dell' occhio.
si — Suolo o parte interna del medesimo.
sgcr — Sostanza granosa che alcuna volta vedesi tramezza ai coni cristallini.
sgp — Sostanza granosa di pigmento che si vede adunata ai lati del bastoncello visivo, e probabilmente proviene da disfacimento delle sue cellule pigmentarie.
sgpd — Sostanza granosa di pigmento a guisa dei denti di una piccola sega che son situati ai canti del bastoncello visivo e si addentrano nella sostanza compositiva di esso.
sgps — Sostanza granosa di pigmento disposta in forma di striscioline sopra le facce del bastoncello visivo.
tc — Tunica comune del cono cristallino.
tp — Tunica propria di ciascuno dei quattro pezzi che compongono il cono cristallino.
vs — Vasi sanguigni.
zpta — Zona fortemente pigmentata che termina al davanti il suolo dei bastoncelli visivi.

AVVERTIMENTO

Tutte le figure che sono nelle Tavole furono ritratte con l'aiuto della grande camera chiara dell'Abbe da esemplari microscopici di occhi di *Squilla Mantis* diversamente condizionati secondo il bisogno. Dei quali esemplari alcuni furono trattati con le soluzioni osmio-picriche e con l'alcool; alcuni con la soluzione di acido cromico all'1 per 10,000 o col liquido del Flemming; alcuni secondo la maniera del Golgi, ovvero discoloriti e macerati nella mischianza di acido nitroso-nitrico e glicerina in ragione di 20 parti di quello e 100 di questa. E tutti vennero appresso apparecchiati in guisa da poter essere all'uopo inclusi o nella soluzione ispessata di gomma arabica o nel mischiato di olio, cera, e burro di cacao, o nella parafina, e quindi tagliati a mano o col microtomo, e poi messi in serie sul vetro porta-oggetti e colorati coll'uno o l'altro dei varî colori dall'anilina, o col paracarminio e il carmallume del Mayer, e da ultimo chiusi e servati nel balsamo del Canadà.

Fig. 1.ª — Occhio tagliato di lungo con parte del suo gambo. Vi si vedono tutte le diverse parti ond'egli è composto.

Koristka $\frac{1}{1}$ Canna del microscopio niente allungata $\times$ 25.

Fig. 2.ª — Una parte della retina dello stesso occhio, cioè il suolo delle fibre del nervo ottico e quello delle cellule nervose, visti a un ingrandimento molto maggiore.

Zeiss $\frac{1}{F}$ Canna del microscopio niente allungata $\times$ 460.

Fig. 3.ª — Tre bastoncelli visivi del tutto isolati, con l'attaccatura del filamento del cono cristallino, (che in tal luogo è proporzionatamente allargato) all'estremità loro dinanti; dei quali bastoncelli due son visti di lato e uno di canto.

Hartnack $\frac{3}{7}$ Canna del microscopio niente allungata $\times$ 230.

Fig. 4.ª — Altri due bastoncelli visivi, ciascuno con due cellule di

pigmento ai lati. In uno le laminette onde il bastoncello componesi, per essersi scostate l' una dall' altra, son divenute più manifeste. E oltre a ciò, le due cellule di pigmento mostrano che l' estremità loro davanti si prolunga in su ramificandosi e avvolgendo l' attaccatura del filamento allargato del cono cristallino col bastoncello visivo.

Hartnack $\frac{3}{7}$ Canna del microscopio niente allungata $\times$ 230.

Fig. 5.ª Buona parte di un bastoncello visivo, le cui cellule di pigmento si sono risolute in una massa di grani di color tané, i quali parte in forma di striscioline cuoprono le facce, e parte in forma dei denti di una piccola sega tengono i canti del bastoncello, internandosi nella sostanza sua compositiva.

Koristka $\frac{3}{\frac{1}{12}}$ imm. omog. Canna del microscopio niente allungata $\times$ 660.

Fig. 6.ª — Quattro bastoncelli visivi insieme con le proprie cellule pigmentarie tagliati di trasverso.

Hartnack $\frac{3}{7}$ Canna del microscopio niente allungata $\times$ 230.

Fig. 7.ª — Altri quattro bastoncelli visivi tagliati per trasverso quasi a metà di lor lunghezza insieme con le sette cellule onde ciascun bastoncello è circondato. Il taglio trasverso di due bastoncelli apparisce partito per due linee divisorie che s' intersecano nel mezzo in quattro parti uguali; l' altro degli altri due non mostra alcun segno di divisione. Di più le sette cellule pigmentarie di ciascun bastoncello appariscono soltanto colorate verso l' esterno.

Koristka $\frac{3}{7}$ Canna del microscopio niente allungata $\times$ 310.

Fig. 8.ª — Altri quattro consimili bastoncelli visivi tagliati di trasverso nel sottile filamento in cui posteriormente si assottiglia ciascun di essi.

Hartnak $\frac{3}{7}$ Canna del microscopio niente allungata $\times$ 230.

Fig. 9.ª — Altri sei bastoncelli visivi insieme con le loro cellule di pigmento tagliati alquanto obliquamente di trasverso. E qui quello ch' è da notare si è che dentro la sostanza compositiva del bastoncello si vedono certe minute particelle regolarmente disposte, le quali per proprietà ottiche si differiscono dal resto della sostanza; e oltre a questo, una delle

sette cellule pigmentarie di ciascun bastoncello apparisce più grande delle altre e senza nucleo.

Hartnack $\frac{3}{7}$ Canna del microscopio niente allungata × 230.

Fig. 10.ª — Taglio dell' occhio rasente la membrana terminativa anteriore della retina, per lo quale si vede il modo come sopra essa si fermano con l' estremità loro di dietro foggiata a piede le cellule pigmentarie dei bastoncelli visivi.

Hartnack $\frac{3}{5}$ Canna del microscopio niente allungata × 130.

Fig. 11.ª — Bastoncello visivo insieme con sole due delle sette cellule pigmentarie che gli son proprie e con il corrispondente cono cristallino, che col suo filamento proporzionatamente allargato si attacca all' estremità davanti di esso bastoncello; vedesi ancora il vasellino sanguigno che venuto fuori della membrana terminativa anteriore della retina si reca in su costeggiando il cono predetto.

Koristka $\frac{1}{8}$ Canna del microscopio niente allungata × 270.

Fig. 12.ª — Cono cristallino tutto isolato, il quale mostra la tunica sua comune insieme con la particolar lamina che quasi a modo di ghiera ne veste e cuopre la base.

Hartnack $\frac{3}{7}$ Canna del microscopio niente allungata × 230.

Fig. 13.ª — Altro cono cristallino visto in tutta la sua interezza con la corrispondente faccetta della cornea.

Koristka $\frac{1}{8}$ Canna del microscopio niente allungata × 270.

Fig. 14.ª — Parte di uno dei quattro pezzi che compongono il cono cristallino tagliato di lungo. Vi si scorge manifestissimo l' intrecciamento delle numerose fibre che entrano nella composizione di esso.

Zeiss Apocr. $\frac{4}{1,5}$ imm. omog. Canna del microscopio convenientemente allungata × 666.

Fig. 15.ª — Taglio trasverso di sei coni cristallini insieme con la materia sottilmente granosa, che talvolta vi si vede tramezza ad essi, e coi piccoli vasi sanguigni che costeggiano essi coni. E vedesi, oltre a ciò,

come ciascun cono è fatto di quattro pezzi uniti insieme, e la forma di ognuno di essi, e come le loro giunture lineari tutte insieme fanno similitudine all')-(romana.

Hartnack $\frac{3}{7}$ Canna del microscopio niente allungata $\times$ 270.

Fig. 16.ª — Altro taglio trasverso di un altro cono cristallino, dov' è manifestissimo il reticolo di quella materia onde i coni cristallini sono composti.

Koristka $\frac{3}{\frac{1}{12}}$ imm. omog. Canna del microscopio niente allungata $\times$ 660.

Fig. 17.ª — Taglio trasverso del filamento di un cono cristallino per lo quale vedesi come esso è formato dall' unione dei filamenti di ciascuno dei quattro pezzi onde il cono è composto, e come sopra esso filamento manca la tunica comune del cono.

Koristka $\frac{3}{\frac{1}{12}}$ imm. omog. Canna del microscopio niente allungata $\times$ 660.

Fig. 18.ª — Altro taglio trasverso di quella parte del filamento del cono, che ingrossa, quando è vicina a congiungersi con l' estremità davanti del bastoncello visivo, e vedesi ancora come la detta parte è circondata dalla porzione reticolata delle cellule pigmentarie del bastoncello visivo.

Koristka $\frac{3}{8}$ Canna del microscopio niente allungata $\times$ 400.

Fig. 19.ª — Base di un cono cristallino vista di faccia. Vi si scorge in che modo sopra essa si dispone quella sottile lamina di particolar sostanza che la cuopre, salvo che nella parte sua di mezzo, ch' è appunto quella che si solleva in forma di piccolo cono, il cui apice tocca il mezzo della corrispondente faccetta della cornea.

Hartnack $\frac{3}{7}$ Canna del microscopio niente allungata $\times$ 270.

Fig. 20.ª — Due tagli trasversi della parte superficiale dell' occhio, nell' uno dei quali segnato con la lettera *a* si vede come la base dei coni cristallini è tutta all' intorno circondata da vasellini sanguigni; nell' altro poi segnato con la lettera *b* si vede come subito sotto alle faccette della cornea ci è un sottile reticolo del pari sanguigno, il quale probabilmente

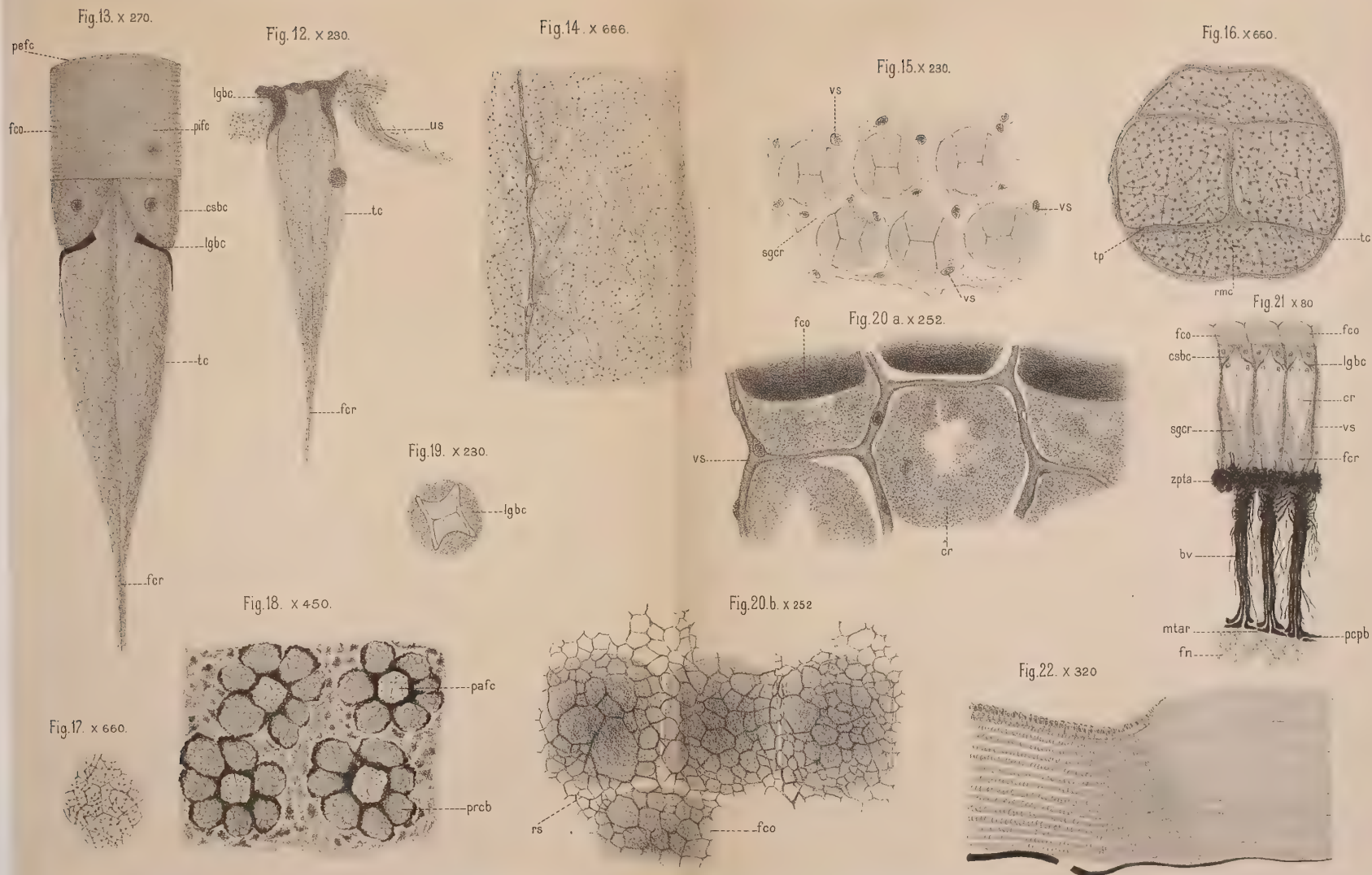
proviene da ramuscoli che si spiccano da quei vasellini che sono attorno alla base dei coni cristallini.

Zeiss Apocr. $\frac{4}{4,0}$ mm. Canna del microscopio convenientemente allungata $\times$ 252.

Fig. 21.ª — Tre ommatidi ovvero occhietti visti in tutta la loro integrità.

Hartnack $\frac{3}{4}$ Canna del microscopio niente allungata $\times$ 80.

Fig. 22.ª — Sottile taglio verticale della cornea là appunto dove ella si continua all' esterna tunica del gambo dell' occhio.

Hartnack $\frac{3}{8}$ Canna del microscopio niente allungata $\times$ 310

SULLE ONDE ELETTROMAGNETICHE
GENERATE DA DUE PICCOLE OSCILLAZIONI ELETTRICHE ORTOGONALI
OPPURE
PER MEZZO DI UNA ROTAZIONE UNIFORME

MEMORIA

DEL

PROF. AUGUSTO RIGHI

(Letta nella Sessione Ordinaria dell'11 Novembre 1894).

I.

È noto come Hertz sia giunto a stabilire una teoria approssimata del suo oscillatore, trovando una soluzione delle sue formole generali, la quale fa conoscere le onde elettromagnetiche generate da una piccola vibrazione elettrica rettilinea (1). Il metodo di cui egli ha fatto uso può essere esteso ed utilizzato per altre ricerche, e particolarmente può condurre alla rappresentazione analitica delle onde generate da più vibrazioni elettriche rettilinee, di periodi eguali o differenti.

Siccome il caso di due piccole oscillazioni rettilinee ortogonali fra loro, di egual periodo, di egual ampiezza, e con differenza di fase di un quarto di periodo, mi ha sembrato presentare un certo interesse, così stabilirò in questo scritto le relative formole, e mostrerò le principali proprietà delle onde elettromagnetiche che sono generate dalle due vibrazioni.

II.

Prenderò le equazioni fondamentali di Hertz sotto la forma seguente:

$$A\frac{dL}{dt}=\frac{dZ}{dy}-\frac{dY}{dz}, \qquad A\frac{dX}{dt}=\frac{dM}{dz}-\frac{dN}{dy},$$

e cioè supporrò $\varepsilon=1$, $\mu=1$, per cui A sarà l'inversa della velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche. Basterebbe cambiare in queste due equazioni, e nelle altre quattro analoghe, ordinatamente X, Y, Z,

---

(1) *Die Kräfte elektrischer Schwingungen, behandelt nach der Maxwell'schen Theorie.* Wied. Ann. t. 36, p. 1, 1888. — *Untersuchungen ueber die Ausbreitung der elektrischen Kraft,* p. 147.

L, M, N, A, in $X\sqrt{\varepsilon}$, $Y\sqrt{\varepsilon}$, $Z\sqrt{\varepsilon}$, $L\sqrt{\mu}$, $M\sqrt{\mu}$, $N\sqrt{\mu}$, $A\sqrt{\varepsilon}\sqrt{\mu}$, perché assumessero la forma ordinaria.

Come é facile constatare, si soddisfa alle equazioni precedenti ponendo:

$$X = -\frac{d^2\Pi}{dxdz}, \quad Y = -\frac{d^2\Pi}{dydz}, \quad Z = \frac{d^2\Pi}{dx^2} + \frac{d^2\Pi}{dy^2},$$

$$L = A\frac{d^2\Pi}{dydt}, \quad M = -A\frac{d^2\Pi}{dxdt}, \quad N = 0,$$

purché la funzione di x, y, z, t, indicata con Π, soddisfi alla condizione: $A^2\frac{d^2\Pi}{dt^2} = \Delta\Pi$ (*a*).

Se per Π si prende la funzione seguente:

$$\Pi = \frac{El}{r}\,\mathrm{sen}[2\pi n(t - Ar)],$$

la quale soddisfa, come é facile verificare, alla condizione precedente, ed in cui si é posto $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$, mentre E ed l sono due costanti, di cui si vedrà più oltre il significato, si trova, per le componenti delle forze elettrica e magnetica, che contrasségneremo coll'indice $_1$:

$$[1] \quad \begin{cases} X_1 = \dfrac{Elm^2}{r^3}\left(\mathrm{sen}\theta - \dfrac{3}{mr}\cos\theta - \dfrac{3}{m^2r^2}\mathrm{sen}\theta\right)xz, \\ Y_1 = \dfrac{Elm^2}{r^3}\left(\mathrm{sen}\theta - \dfrac{3}{mr}\cos\theta - \dfrac{3}{m^2r^2}\mathrm{sen}\theta\right)yz, \\ Z_1 = \dfrac{Elm^2}{r^3}\left(-(x^2+y^2)\,\mathrm{sen}\theta + \dfrac{x^2+y^2-2z^2}{mr}\left(\cos\theta + \dfrac{\mathrm{sen}\theta}{mr}\right)\right), \end{cases}$$

$$[2] \quad \begin{cases} L_1 = \dfrac{Elm^2}{r^2}\left(\mathrm{sen}\theta - \dfrac{\cos\theta}{mr}\right)y, \\ M_1 = \dfrac{Elm^2}{r^2}\left(-\mathrm{sen}\theta + \dfrac{\cos\theta}{mr}\right)x, \\ N_1 = 0. \end{cases}$$

Per brevità si é in queste formole scritto θ in posto di $2\pi n(t - Ar)$, ed m in luogo di $2\pi nA$ (*b*).

(*a*) Più generalmente, se Π_1, Π_2, Π_3 sono tre funzioni di x, y, z, t, tali che ciascuna soddisfi alla condizione $A^2\frac{d^2\Pi}{dt^2} = \Delta\Pi$, i valori: $X = \frac{d}{dz}\left(\frac{d\Pi_1}{dz} - \frac{d\Pi_3}{dx}\right) + \frac{d}{dy}\left(\frac{d\Pi_1}{dy} - \frac{d\Pi_2}{dx}\right)$, $L = A\frac{d}{dt}\left(\frac{d\Pi_3}{dy} - \frac{d\Pi_2}{dz}\right)$, e quelli analoghi di Y, Z, M, N, che si deducono da questi per mezzo di permutazioni circolari, soddisfano alle equazioni fondamentali.

(*b*) Come si vede n ha qui un significato diverso da quello che ha la stessa lettera nella Memoria di Hertz. Quanto ad m, questa quantità ha quì il segno contrario a quello che ha nella detta Memoria. Mi sono permesso questi cambiamenti onde dare alla funzione trigonometrica la forma che generalmente gli si dà nell' Ottica.

Hertz, nel lavoro citato, presenta le sei componenti sotto altra forma, facendo intervenire certe funzioni P, Q; ma per lo scopo attuale le equazioni [1] e [2] sono preferibili.

Per indagare quale sia il fenomeno elettromagnetico che deve esistere nell'origine O delle coordinate, onde abbia luogo la distribuzione di forze, nello spazio e nel tempo, definita dalle equazioni [1] e [2], Hertz esamina quali valori hanno le sei componenti nella vicinanza del punto O, e trova che esse non sono altro che le componenti delle forze prodotte da una piccola oscillazione elettrica esistente in O e diretta secondo l'asse delle z. Ecco come. Si supponga r piccolo di fronte a $\lambda = \frac{1}{An}$, cioè Anr trascurabile. Allora Π si riduce a $\frac{El}{r}\operatorname{sen}(2\pi nt)$, ossia a $\frac{El}{r}\operatorname{sen}\theta_0$, ponendo $\theta_0 = 2\pi nt$. Calcolando allora di nuovo le sei componenti, si giunge al risultato seguente, che del resto è quello che si ottiene tenendo conto solo dei termini che nelle [1] e [2] hanno al denominatore le più alte potenze di r:

$$[3] \quad \begin{cases} X_1 = -\frac{El}{r^5}\cdot 3xz\operatorname{sen}\theta_0, \\ Y_1 = -\frac{El}{r^5}\cdot 3yz\operatorname{sen}\theta_0, \\ Z_1 = \frac{El}{r^5}(x^2+y^2-2z^2)\operatorname{sen}\theta_0, \end{cases} \qquad [4] \quad \begin{cases} L_1 = -\frac{Elm}{r^3}\cdot y\cos\theta_0, \\ M_1 = \frac{Elm}{r^3}\cdot x\cos\theta_0, \\ N_1 = 0. \end{cases}$$

Ponendo ora $\varphi_1 = -\frac{El}{r^3}z\operatorname{sen}\theta_0$, è facile verificare che si ha:

$$X_1 = -\frac{d\varphi_1}{dx}, \quad Y_1 = -\frac{d\varphi_1}{dy}, \quad Z_1 = -\frac{d\varphi_1}{dz}.$$

Ma φ_1 non è altro che il potenziale prodotto nel punto (xyz) da una carica $-E\operatorname{sen}\theta_0$ posta sull'asse delle z alla distanza $\frac{l}{2}$ dall'origine, e da una carica $+E\operatorname{sen}\theta_0$, posta sullo stesso asse alla distanza $-\frac{l}{2}$, purchè si supponga l piccolo di fronte ad r. Infatti quel potenziale ha per espressione:

$$-E\operatorname{sen}\theta_0\left(\frac{1}{\sqrt{r^2+\frac{l^2}{4}-lz}} - \frac{1}{\sqrt{r^2+\frac{l^2}{4}+lz}}\right),$$

e diventa φ_1 quando si suppone l piccolo di fronte ad r.

Si vede così intanto che la forza elettrica in prossimità di O è quella che può essere prodotta da due cariche oscillanti $\pm E\operatorname{sen}(2\pi nt)$, costituenti un doppio punto elettrico di momento $El\operatorname{sen}(2\pi nt)$. Le due capacità estreme di un piccolo oscillatore rettilineo si comporteranno sensibilmente in questa maniera.

D'altra parte le [4] rappresentano la forza magnetica dovuta alla corrente alternativa, che lungo la retta l accompagna le variazioni delle cariche del doppio punto elettrico. Infatti, supponendosi l assai piccola, la forza magnetica dovuta alla detta corrente, la cui intensità è $A\frac{d(E\,\mathrm{sen}\,\theta_0)}{dt} = Em\cos\theta_0$, ha per espressione, secondo la legge di Laplace: $\frac{Em\cos\theta_0 \cdot l\,\mathrm{sen}\,\omega}{r^2}$, dicendo ω l'angolo di r con Oz. Di più essa è perpendicolare al piano passante per Oz e pel punto (xyz), e perciò fa coi tre assi degli angoli i cui coseni sono: $\frac{-y}{r\,\mathrm{sen}\,\omega}$, $\frac{x}{r\,\mathrm{sen}\,\omega}$, 0. Calcolando le sue tre componenti si trovano precisamente i valori [4].

Dunque la corrente oscillante che percorre il conduttore rettilineo del piccolo oscillatore, produce appunto la forza magnetica di componenti L_1, M_1, N_1.

Fu in tal modo messo in evidenza da Hertz, che le equazioni [1] e [2] definiscono l'effetto dovuto ad un piccolo oscillatore, o ad una piccola oscillazione elettrica, esistente in O, diretta secondo l'asse delle z, e di periodo $\frac{1}{n}$.

III.

Si prenda ora, analogamente, una funzione Π' tale, che si abbia $A^2\frac{d^2\Pi'}{dt^2} = \Delta\Pi'$, e si ponga:

$$X = -\frac{d^2\Pi'}{dx\,dy}, \quad Y = \frac{d^2\Pi'}{dx^2} + \frac{d^2\Pi'}{dz^2}, \quad Z = -\frac{d^2\Pi'}{dy\,dz},$$

$$L = -A\frac{d^2\Pi'}{dz\,dt}, \quad M = 0, \quad N = A\frac{d^2\Pi'}{dx\,dt}.$$

Si verificherà agevolmente che con questi valori le equazioni fondamentali sono soddisfatte. In particolare, si ponga $\Pi' = \frac{El}{r}\cos\theta$, e si avranno le seguenti componenti, che si distingueranno coll'indice $_2$:

$$[5]\quad \left\{ \begin{aligned} X_2 &= \frac{Elm^2}{r^3}\left(\cos\theta + \frac{3}{mr}\,\mathrm{sen}\,\theta - \frac{3}{m^2r^2}\cos\theta\right)xy, \\ Y_2 &= \frac{Elm^2}{r^3}\left(-(x^2+z^2)\cos\theta - \frac{x^2-2y^2+z^2}{mr}\left(\mathrm{sen}\,\theta - \frac{\cos\theta}{mr}\right)\right), \\ Z_2 &= \frac{Elm^2}{r^3}\left(\cos\theta + \frac{3}{mr}\,\mathrm{sen}\,\theta - \frac{3}{m^2r^2}\cos\theta\right)yz, \end{aligned} \right.$$

$$[6]\quad \left\{ \begin{aligned} L_2 &= -\frac{Elm^2}{r^2}\left(\cos\theta + \frac{\mathrm{sen}\,\theta}{mr}\right)z, \\ M_2 &= 0, \\ N_2 &= \frac{Elm^2}{r^2}\left(\cos\theta + \frac{\mathrm{sen}\,\theta}{mr}\right)x. \end{aligned} \right.$$

Con un ragionamento analogo a quello fatto da Hertz, e riferito nel precedente paragrafo, si dimostrerebbe, che queste equazioni danno l'effetto di una piccola oscillazione elettrica situata in O e diretta secondo l'asse delle y, con periodo $\frac{1}{n}$. La fase di questa oscillazione differisce di un quarto di periodo, dalla fase della oscillazione diretta secondo l'asse Oz, e che produce le forze [1] e [2].

Siccome tanto le [1] e [2], quanto le [5] e [6], sono soluzioni particolari delle equazioni fondamentali, è chiaro che si otterrà una nuova soluzione ponendo $X=X_1+X_2,\dots L=L_1+L_2\dots$, e che il sistema di equazioni ottenuto in tal maniera darà l'effetto prodotto dalle due oscillazioni elettriche, ortogonali fra di loro, di egual periodo, di egual ampiezza, e di fase differente per un quarto di periodo, considerate separatamente dianzi. Ecco queste formole:

$$[7]\quad\begin{cases} X=\dfrac{Elm^2}{r^3}\left\{\operatorname{sen}\theta\left(z+\dfrac{3y}{mr}-\dfrac{3z}{m^2r^2}\right)+\cos\theta\left(y-\dfrac{3z}{mr}-\dfrac{3y}{m^2r^2}\right)\right\}x, \\ Y=\dfrac{Elm^2}{r^3}\left\{\operatorname{sen}\theta\left(yz-\dfrac{x^2-2y^2+z^2}{mr}-\dfrac{3yz}{m^2r^2}\right)+\cos\theta\left(-x^2-z^2-\dfrac{3yz}{mr}+\dfrac{x^2-2y^2+z^2}{m^2r^2}\right)\right\}, \\ Z=\dfrac{Elm^2}{r^3}\left\{\operatorname{sen}\theta\left(-x^2-y^2+\dfrac{3yz}{mr}+\dfrac{x^2+y^2-2z^2}{m^2r^2}\right)+\cos\theta\left(yz+\dfrac{x^2+y^2-2z^2}{mr}-\dfrac{3yz}{m^2r^2}\right)\right\}, \end{cases}$$

$$[8]\quad\begin{cases} L=\dfrac{Elm^2}{r^2}\left\{\operatorname{sen}\theta\left(y-\dfrac{z}{mr}\right)-\cos\theta\left(z+\dfrac{y}{mr}\right)\right\}, \\ M=\dfrac{Elm^2}{r^2}\left(-\operatorname{sen}\theta+\dfrac{\cos\theta}{mr}\right)x, \\ N=\dfrac{Elm^2}{r^2}\left(\dfrac{\operatorname{sen}\theta}{mr}+\cos\theta\right)x, \end{cases}$$

IV.

Prima di mostrare le principali proprietà che in sè racchiudono queste equazioni, facciamo vedere come le equazioni [1] e [2], come pure le [5] e [6], e le [7] e [8], possono ricevere altre interpretazioni, qualora si ammetta che una carica elettrica in moto produca delle forze magnetiche nel dielettrico circostante, quali si deducono dalla teoria di Maxwell, e precisamente che una carica e che si muove colla velocità v, produca in un punto del dielettrico posto alla distanza r una forza ma-

gnetica $A\frac{ev \operatorname{sen}\omega}{r^2}$ (a), essendo ω l'angolo compreso fra v ed r, diretta perpendicolarmente al piano formato da v con r (1).

S' immagini una carica $-E$ posta sull' asse delle z alla distanza $\frac{l}{2}\operatorname{sen}\theta_0$ da O, ed una carica $+E$ posta sul medesimo asse ed alla distanza $-\frac{l}{2}\operatorname{sen}\theta_0$ dall'origine. Le due cariche, eguali e contrarie, oscilleranno dunque con moto pendolare ed in direzioni sempre contrarie. Il potenziale da esse prodotto nel punto (xyz), posto ad una distanza r da O che si supporrà piccola di fronte ad An, potrà esprimersi con:

$$-E\left(\frac{1}{\sqrt{x^2+y^2+\left(z-\frac{l}{2}\operatorname{sen}\theta_0\right)^2}}-\frac{1}{\sqrt{x^2+y^2+\left(z+\frac{l}{2}\operatorname{sen}\theta_0\right)^2}}\right).$$

Questa espressione diviene eguale a ϕ_1 quando si suppone l piccolo. Dunque le forze [3] possono considerarsi come dovute al doppio punto elettrico vibrante meccanicamente.

D'altra parte, la carica $-E$, che all'istante t dista $\frac{l}{2}\operatorname{sen}\theta_0$ dall'origine, possiede in questo istante la velocità $\frac{d}{dt}\left(\frac{l}{2}\operatorname{sen}\theta_0\right)=\frac{ml}{2A}\cos\theta_0$, e perciò produce nel punto (xyz) la forza magnetica $f_1=-\frac{Eml\cos\theta_0\operatorname{sen}\omega_1}{r_1^2}$, dicendo r_1 la distanza fra la carica mobile ed il punto (xyz), ed ω_1 l'angolo di r_1 con Oz. Similmente, la carica E, che all'istante t trovasi alla distanza $-\frac{l}{2}\operatorname{sen}\theta_0$ da O, possiede la velocità $-\frac{ml}{2A}\cos\theta_0$, e produce in (xyz) la forza magnetica $f_2=-\frac{Eml\cos\theta_0\operatorname{sen}\omega_2}{r_2^2}$, dicendo r_2 la retta che va dalla carica mobile al punto (xyz), ed ω_2 l'angolo di r_2 con Oz. Le due forze f_1, f_2, essendo entrambe perpendicolari al piano passante pel punto (xyz) e per l'asse delle z, danno un'unica forza f_1+f_2, la quale fa coi tre assi degli angoli i cui coseni sono: $\frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}}, \frac{-x}{\sqrt{x^2+y^2}}, 0$. Siccome poi si ha $\operatorname{sen}\omega_1=\frac{\sqrt{x^2+y^2}}{r_1}$, $\operatorname{sen}\omega_2=\frac{\sqrt{x^2+y^2}}{r_2}$, le tre componenti della forza f_1+f_2 divengono:

$$-\frac{Eml}{2}y\cos\theta\left(\frac{1}{r_1^3}+\frac{1}{r_2^3}\right),\quad \frac{Eml}{2}x\cos\theta_0\left(\frac{1}{r_1^3}+\frac{1}{r_2^3}\right),\quad 0.$$

(a) Si è introdotto il fattore A in conseguenza del sistema di unità quì adottato.

(1) J. J. Thomson, *Phil. Mag.*, April 1881, p. 236.

Se ora si suppone l piccolo di fronte ad r, queste tre componenti si trasformano nelle L_1, M_1, N_1 date dalle [4].

Possiamo dunque concludere che: « alla vibrazione elettrica, da cui si possono considerare provenienti le forze [1] e [2], e definita più sopra, si può sostituire l'oscillazione meccanica di ampiezza assai piccola l di due masse elettriche $-E$, $+E$, che vibrano intorno ad O lungo l'asse delle z con moto pendolare di periodo $\frac{1}{n}$, in modo da occupare ad ogni istante due posizioni simmetriche rispetto ad O ».

Per la simmetria che hanno le formole fondamentali, ad ogni teorema, che non implichi l'esistenza di correnti elettriche in conduttori, ne corrisponde uno reciproco, nel quale le quantità elettriche e quelle magnetiche sono scambiate. Perciò si dirà che: « due poli magnetici eguali e contrari d'intensità $+E$, $-E$, che oscillano intorno ad O lungo l'asse delle z, con moto pendolare d'ampiezza l e periodo $\frac{1}{n}$, in modo da trovarsi sempre in posizioni simmetriche rispetto ad O, producono nel dielettrico delle forze date dalle [1] e [2], in cui si cambino le X_1, Y_1, Z_1, L_1, M_1, N_1 rispettivamente in L_1, M_1, N_1, $-X_1$, $-Y_1$, $-Z_1$ ».

Si vede così come sia possibile costruire degli oscillatori ricorrendo ad oscillazioni di corpi elettrizzati o di poli magnetici, anzichè a scariche oscillanti. Siccome si può, per esempio con elettrocalamite, mantenere indefinitamente un moto oscillatorio d'ampiezza costante, così gli oscillatori di questa nuova specie possederebbero il pregio di non avere smorzamento. Ma siccome d'altra parte non é possibile ottenere moti pendolari che con periodi relativamente grandi, la lunghezza d'onda delle ondulazioni così generate sarebbe grandissima, e non sarebbero possibili i fenomeni d'interferenza che tanto facilmente si osservano cogli oscillatori di Hertz.

Sarebbe del pari difficile l'ottenere effetti di risonanza elettrica con periodi vibratori di tale grandezza. Ma si potrebbe ricorrere alla risonanza acustica per mettere in evidenza le forze generate da un oscillatore meccanico. Se infatti s'immagina, per esempio, un corpo sonoro elettrizzato, che possa vibrare con periodo eguale a quello dell'oscillatore, la forza elettrica oscillante che su di esso agisce potrà, anche se debolissima, eccitarne le oscillazioni. È probabile che si riesca così a mettere in evidenza la forza magnetica prodotta da un doppio punto elettrico vibrante, o la forza elettrica prodotta da un doppio polo magnetico, vibrante esso pure.

Siccome quanto si é detto in questo paragrafo per le formole [1] e [2], potrebbe ripetersi per le [5] e [6], così diremo che la distribuzione di forze [7] e [8], oltre che come dovuta alle due oscillazioni elettriche ortogonali, può essere considerata ancora come dovuta a due oscillazioni mecca-

niche di coppie di punti elettrizzati, dirette secondo gli assi delle y e delle z.

Faremo vedere nel seguente paragrafo come le due oscillazioni meccaniche si possano comporre in un moto di rotazione uniforme.

V.

S' immagini tracciata pel punto O e nel piano yz una retta inclinata sull' asse delle y dell' angolo $\theta_0 = 2\pi nt$, e quindi mobile uniformemente intorno ad O, e su questa retta ed a distanze $\frac{l}{2}$ e $-\frac{l}{2}$ da O si suppongano collocate due masse elettriche $-E$, $+E$. Troviamo le componenti della forza elettrica prodotta in un punto (xyz), (che é ad una distanza r dall' origine, che si supporrá piccola rispetto ad An) dalle due cariche elettriche, come pure le componenti della forza magnetica che producono nel punto (xyz) le stesse cariche in virtú del loro movimento.

Cominciando della forza elettrica, il potenziale nel punto (xyz) dovuto alle due cariche $-E$ e $+E$ potrá scriversi:

$$-E\left(\frac{1}{\sqrt{r^2+\frac{l^2}{4}-l(y\cos\theta_0+z\,\mathrm{sen}\,\theta_0)}}-\frac{1}{\sqrt{r^2+\frac{l^2}{4}+l(y\cos\theta_0+z\,\mathrm{sen}\,\theta_0)}}\right).$$

Se si suppone l piccolo di fronte ad r, questo potenziale, che diremo φ, diventa:

$$\varphi = -\frac{El}{r^2}(y\cos\theta_0 + z\,\mathrm{sen}\,\theta_0).$$

Le componenti della forza elettrica saranno: $-\frac{d\varphi}{dx}, \ldots,$ e cioé:

$$[9]\qquad \begin{cases} X = -\dfrac{El}{r^5}\left(3xz\,\mathrm{sen}\,\theta_0 + 3xy\cos\theta_0\right), \\[2ex] Y = -\dfrac{El}{r^5}\left\{3yz\,\mathrm{sen}\,\theta_0 - (x^2-2y^2+z^2)\cos\theta_0\right\}, \\[2ex] Z = -\dfrac{El}{r^5}\left\{-(x^2+y^2-2z^2)\,\mathrm{sen}\,\theta_0 + 3yz\cos\theta_0\right\}. \end{cases}$$

Passiamo al calcolo della forza magnetica. La carica $-E$, che all'istante t trovasi nel punto di coordinate: 0, $\frac{l}{2}\cos\theta_0$, $\frac{l}{2}\,\mathrm{sen}\,\theta_0$, possiede la velocitá πnl (giacché fa n giri al secondo sulla circonferenza di diametro l), secondo una direzione che fa coi tre assi angoli, i cui coseni sono: 0, $-\mathrm{sen}\,\theta_0$, $\cos\theta_0$. Dicendo r_1 la retta che va dalla carica mobile al punto (xyz) ed ω_1 l'angolo di r_1 colla velocitá, la forza magnetica in (xyz) é $f_1 = -AE\pi ln\frac{\mathrm{sen}\,\omega_1}{r_1^2} = -\frac{Elm}{2}\frac{\mathrm{sen}\,\omega_1}{r_1^2}$. Siccome essa é perpendicolare al

piano formato da r_1 colla velocità posseduta da $-E$, così farà cogli assi angoli, i cui coseni saranno:

$$\frac{y\cos\theta_0 + z\,\mathrm{sen}\,\theta_0 - \frac{l}{2}}{r_1\,\mathrm{sen}\,\omega_1}, \quad \frac{-x\cos\theta_0}{r_1\,\mathrm{sen}\,\omega_1}, \quad \frac{-x\,\mathrm{sen}\,\theta_0}{r_1\,\mathrm{sen}\,\omega_1}.$$

Perciò le componenti di f_1 saranno:

$$-\frac{Elm}{2r_1^3}\left(y\cos\theta_0 + z\,\mathrm{sen}\,\theta_0 - \frac{l}{2}\right), \quad \frac{Elm}{2r_1^3}x\cos\theta_0, \quad \frac{Elm}{2r_1^3}x\,\mathrm{sen}\,\theta_0.$$

Analogamente, le componenti della forza magnetica f_2 prodotta in (xyz) dalla carica mobile $+E$ saranno:

$$-\frac{Elm}{2r_2^3}\left(y\cos\theta_0 + z\,\mathrm{sen}\,\theta_0 + \frac{l}{2}\right), \quad \frac{Elm}{2r_2^3}x\cos\theta_0, \quad \frac{Elm}{2r_2^3}x\,\mathrm{sen}\,\theta_0.$$

Sommando queste alle precedenti componenti, e supponendo l piccolo di fronte ad r, le componenti totali L, M, N della forza magnetica prodotta dalla coppia di punti elettrizzati girante, saranno:

$$[10] \quad \begin{cases} L = -\dfrac{Elm}{r^3}(z\,\mathrm{sen}\,\theta_0 + y\cos\theta_0), \\ M = +\dfrac{Elm}{r^3}x\cos\theta_0, \\ N = +\dfrac{Elm}{r^3}x\,\mathrm{sen}\,\theta_0. \end{cases}$$

Se ora si applicano le formole [7] e [8] al caso in cui r sia piccolo di fronte a λ, e cioè si calcolano di nuovo quelle formole partendo dalle funzioni $\Pi = \frac{El}{r}\,\mathrm{sen}(2\pi nt)$, $\Pi' = \frac{El}{r}\cos(2\pi nt)$, si arriva precisamente alle equazioni [9] e [10] (a). Potremo dunque dire che: « le formole [7] e [8] si possono considerare come quelle che danno la distribuzione delle forze nel dielettrico prodotta da un doppio punto elettrico, di cariche $-E$ e $+E$ lontane l fra loro, posto col suo mezzo in O, ed animato da un moto uniforme di rotazione nel piano yz, in ragione di n giri al secondo ».

Siccome fra le due masse elettriche si ha un campo elettrico girante di costante intensità, così si può dire che [7] e [8] fanno conoscere l'effetto prodotto da un piccolo campo elettrico girante.

Inoltre, in virtù della reciprocità dovuta alla simmetria delle equazioni

---

(a) Le formole [10] esprimono pure le componenti della forza magnetica prodotta da un elemento di corrente di lunghezza l, col suo punto di mezzo in O, percorso da una corrente costante d'intensità Em, e che giri uniformemente nel piano yz in ragione di n giri al secondo.

fondamentali, si può dire che: « le stesse formole, dopo avere cambiato ordinatamente X, Y, Z, L, M, N, in $L, M, N, -X, -Y, -Z$, fanno conoscere la distribuzione delle forze prodotta da un elemento magnetico girante in un piano perpendicolare al proprio asse, o da un piccolo campo magnetico girante ».

Chiarito così quali sieno i fenomeni elettromagnetici che possono considerarsi come causa della distribuzione di forze data dalle [7] e [8], vediamo quali sieno le proprietà di questa distribuzione.

VI.

Calcoliamo le componenti della forza elettrica e della forza magnetica, rappresentate dalle equazioni [7] e [8], secondo una nuova terna di direzioni ortogonali. Una di queste direzioni sia quella della retta r, che congiunge il punto (xyz) coll'origine O delle coordinate, e diciamo R e G la componente della forza elettrica, e quella della forza magnetica seconda quella direzione.

La seconda delle tre direzioni sia quella della perpendicolare alla retta r tracciata nel piano passante per r e per Ox, piano che potrà chiamarsi piano meridiano; sieno S ed H le componenti della forza elettrica e della magnetica secondo questa direzione.

Infine, sieno T e K le componenti delle due forze secondo la terza direzione perpendicolare alle due prime, e quindi perpendicolare al piano meridiano passante per (xyz).

Siccome i coseni degli angoli che r fa coi tre assi coordinati sono ordinatamente: $\frac{x}{r}, \frac{y}{r}, \frac{z}{r}$, quelli degli angoli che cogli assi fa la perpendicolare al piano meridiano sono: $0, \frac{z}{\sqrt{y^2+z^2}}, \frac{-y}{\sqrt{y^2+z^2}}$, ed infine quelli degli angoli formati coi tre assi dalla perpendicolare ad r nel piano meridiano sono: $-\frac{y^2+z^2}{r\sqrt{y^2+z^2}}, \frac{xy}{r\sqrt{y^2+z^2}}, \frac{xz}{r\sqrt{y^2+z^2}}$; così si potranno esprimere le nuove componenti in funzione delle primitive colle formole seguenti:

$$R = \frac{Xx + Yy + Zz}{r}, \qquad G = \frac{Lx + My + Nz}{r},$$

$$S = \frac{-X(y^2+z^2) + Yxy + Zxz}{r\sqrt{y^2+z^2}}, \qquad H = \frac{-L(y^2+z^2) + Mxy + Nxz}{r\sqrt{y^2+z^2}},$$

$$T = \frac{Yz - Zy}{\sqrt{y^2+z^2}}, \qquad K = \frac{Mz - Ny}{\sqrt{y^2+z^2}}.$$

Se ora si sostituiscono ad $X \dots$ $L \dots$ i loro valori [7] e [8] si ottengono le seguenti equazioni:

$$R = \frac{2Elm}{r^3} \left\{ \operatorname{sen}\theta \left(y - \frac{z}{mr} \right) - \cos\theta \left(z + \frac{y}{mr} \right) \right\},$$

$$S = \frac{Elm^2}{r\sqrt{y^2+z^2}} \left\{ \operatorname{sen}\theta \left(-z - \frac{y}{mr} + \frac{z}{m^2r^2} \right) + \cos\theta \left(-y + \frac{z}{mr} + \frac{y}{m^2r^2} \right) \right\} \frac{x}{r},$$

$$T = \frac{Elm^2}{r\sqrt{y^2+z^2}} \left\{ \operatorname{sen}\theta \left(y - \frac{z}{mr} - \frac{y}{m^2r^2} \right) + \cos\theta \left(-z - \frac{y}{mr} + \frac{z}{m^2r^2} \right) \right\},$$

$$G = 0,$$

$$H = \frac{Elm^2}{r\sqrt{y^2+z^2}} \left\{ \operatorname{sen}\theta \left(-y + \frac{z}{mr} \right) + \cos\theta \left(z + \frac{y}{mr} \right) \right\},$$

$$K = \frac{Elm^2}{r\sqrt{y^2+z^2}} \left\{ -\operatorname{sen}\theta \left(z + \frac{y}{mr} \right) + \cos\theta \left(-y + \frac{z}{mr} \right) \right\} \frac{x}{r}.$$

Queste formole si semplificano alquanto ponendo:

$$\operatorname{tang}\alpha = \frac{z + \frac{y}{mr}}{y - \frac{z}{mr}}, \qquad \operatorname{tang}\beta = \frac{z + \frac{y}{mr} - \frac{z}{m^2r^2}}{y - \frac{z}{mr} - \frac{y}{m^2r^2}},$$

poiché divengono:

$$[11] \quad \begin{cases} R = \dfrac{2Elm^2}{r} \cdot \dfrac{\sqrt{y^2+z^2}}{r} \sqrt{\dfrac{1}{m^2r^2} + \dfrac{1}{m^4r^4}} \operatorname{sen}(\theta - \alpha), \\ S = \dfrac{Elm^2}{r} \sqrt{1 - \dfrac{1}{m^2r^2} + \dfrac{1}{m^4r^4}} \cdot \dfrac{x}{r} \cos(\theta - \beta), \\ T = -\dfrac{Elm^2}{r} \sqrt{1 - \dfrac{1}{m^2r^2} + \dfrac{1}{m^4r^4}} \operatorname{sen}(\theta - \beta), \end{cases}$$

$$[12] \quad \begin{cases} G = 0, \\ H = \dfrac{Elm^2}{r} \sqrt{1 + \dfrac{1}{m^2r^2}} \operatorname{sen}(\theta - \alpha), \\ K = \dfrac{Elm^2}{r} \sqrt{1 + \dfrac{1}{m^2r^2}} \cdot \dfrac{x}{r} \cos(\theta - \alpha). \end{cases}$$

Infine, per punti molto lontani dall'origine delle coordinate, cioè per r assai grande, si potranno trascurare nelle [7] e [8] i termini che contengono r al denominatore entro le parentesi. Invece delle [7] e [8] e delle [11] e [12] si hanno in tal caso le equazioni seguenti:

$$[7'] \begin{cases} X = \frac{Elm^2}{r^3}\left(xz \operatorname{sen}\theta + xy \cos\theta\right), \\ Y = \frac{Elm^2}{r^3}\left(yz \operatorname{sen}\theta - (x^2 + z^2)\cos\theta\right), \\ Z = \frac{Elm^2}{r^3}\left(-(x^2 + y^2)\operatorname{sen}\theta + yz\cos\theta\right), \end{cases} \qquad [8'] \begin{cases} L = \frac{Elm^2}{r^2}\left(y \operatorname{sen}\theta - z\cos\theta\right), \\ M = \frac{Elm^2}{r^2}\left(-x\operatorname{sen}\theta\right), \\ N = \frac{Elm^2}{r^2} x \cos\theta, \end{cases}$$

$$[11'] \begin{cases} R = 0, \\ S = \frac{Elm^2}{r} \cdot \frac{x}{r}\cos(\theta - \alpha), \\ T = -\frac{Elm^2}{r}\operatorname{sen}(\theta - \alpha), \end{cases} \qquad [12'] \begin{cases} G = 0, \\ H = \frac{Elm^2}{r}\operatorname{sen}(\theta - \alpha), \\ K = \frac{Elm^2}{r} \cdot \frac{x}{r}\cos(\theta - \alpha), \end{cases}$$

in cui $\operatorname{tang}\alpha = \frac{z}{y}$.

Cominciamo col considerare queste ultime formole. Se si passa dal punto (xyz) ad un altro punto $(x'y'z')$ posto ad una distanza r' da O sulla stessa retta che congiunge il primo coll'origine delle coordinate, e se in pari tempo si cambia t in t', θ non cambierà di valore se $t - Ar = t' - Ar'$. Supponiamo appunto che t' soddisfi a questa condizione. Siccome nè α nè $\frac{x}{r}$ mutano valore, le sei componenti relative al punto $(x'y'z')$ ed all'istante t' saranno: $R' = 0$, $S' = S \cdot \frac{r}{r'}$, $T' = T \cdot \frac{r}{r'}$, $G' = 0$, $H' = H \cdot \frac{r}{r'}$, $K' = K \cdot \frac{r}{r'}$. Dunque le due forze elettrica e magnetica in $(x'y'z')$ all'istante t', non sono altro che ciò che furono in (xyz) all'istante t, salvo che la loro ampiezza ha diminuito in ragione dell'aumento della distanza dall'origine. L'intervallo di tempo $t' - t$, che deve trascorrere onde in $(x'y'z')$ si riproducano, salvo l'ampiezza, gli stessi valori che le due forze hanno nel punto (xyz), è eguale ad $A(r' - r)$, cioè al tempo necessario onde l'intervallo $r' - r$ sia percorso colla velocità $\frac{1}{A}$.

Le due forze si propagano adunque sotto forma di onde sferiche aventi il centro nell'origine delle coordinate. L'ampiezza di esse è in ragione inversa della distanza dall'origine, e perciò l'energia elettromagnetica è

in ragione inversa del quadrato di questa distanza. Siccome poi $G=0$, $R=0$, le onde si possono dire trasversali, poichè le due forze non hanno componente normale all'onda.

Le componenti S, T della forza elettrica [11'] si possono considerare come le coordinate di un punto che si muova sopra una elissi situata nel piano tangente all'onda, la cui equazione si otterrebbe eliminando il tempo fra la seconda e terza delle equazioni [11']. Allora la forza elettrica sarà rappresentata dal raggio vettore mobile di questa elissi. Lo stesso dicasi per la forza magnetica, le cui componenti sono H e K. Le due elissi hanno assi eguali, le cui lunghezze sono nel rapporto $\frac{x}{r}$; cioè quel rapporto è dato dal coseno dell'angolo che r fa coll'asse delle x. Ma l'elisse relativa alla forza elettrica ha l'asse minore nel piano meridiano, mentre quella relativa alla forza magnetica ha in questo piano il suo asse maggiore. Adottando il linguaggio dell'ottica si può dunque dire che le onde sono polarizzate elitticamente, ossia che in ogni direzione r si propaga un raggio a vibrazioni elittiche (1). La fase della vibrazione varia in proporzione dell'angolo che il piano meridiano passante pel punto considerato (xyz) fà con un piano meridiano fisso xOy.

Per punti presi sull'asse delle x, pei quali $x=r$, si hanno vibrazioni circolari. La forza elettrica e la forza magnetica non fanno che girare uniformemente, con periodo $\frac{1}{n}$, intorno all'asse delle x, conservando intensità costanti. Lungo quest'asse si propaga dunque il campo elettrico girante, con intensità diminuita in proporzione della distanza dall'origine.

Infine, pei punti del piano equatoriale yOz, X, M ed N, delle [7'] e [8'], come pure S e K delle [11'] e [12'] si annullano, e le oscillazioni sono rettilinee. In questo piano si propagano cioè raggi polarizzati rettilineamente, il cui piano di polarizzazione è perpendicolare al piano equatoriale.

Se ora prendiamo in esame le formole [11] e [12], che valgono per qualunque valore di r, riconosciamo che, mentre la forza magnetica si propaga con vibrazioni trasversali, la forza elettrica ha invece una componente R nel senso della propagazione. Se si considerano solo le componenti secondo il piano meridiano e secondo la perpendicolare a questo piano, queste costituiscono ancora ciò che in ottica si chiama una vibrazione elittica. Soltanto, a differenza di ciò che si è trovato per r assai grande, le fasi variano con r e le ampiezze non sono più semplicemente in ragione inversa di r.

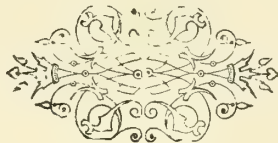
---

(1) V. la Memoria: *Sulle oscillazioni elettriche a piccola lunghezza d'onda, e sul loro uso ecc.* Mem. della R. Accad. di Bologna, serie V, t. IV, p. 487.

Pei punti dell'asse delle x, pei quali $x = r$, $y = z = 0$, si ha $R = 0$, e la propagazione è trasversale. Lungo questo asse si propaga un campo girante, ossia un raggio a polarizzazione circolare.

Infine per $x = 0$, cioè in una direzione contenuta nel piano equatoriale zOy, X, M, N delle [7] e [8], come pure S e K delle [11] e [12], si annullano, e se si prescinde dalla componente longitudinale R, si ha la propagazione di una vibrazione elettromagnetica simile a quella che può fornire una vibrazione meccanica di un doppio punto elettrico, oppure un oscillatore di Hertz.

Si vede così, sempre astrazione fatta dalla componente longitudinale, come un doppio punto elettrico girante uniformemente intorno ad un asse passante pel suo punto di mezzo e perpendicolare alla sua direzione, oppure un elemento magnetico esso pure animato da un simile moto di rotazione uniforme, possano produrre delle onde elettromagnetiche, le quali, nelle direzioni perpendicolari all'asse di rotazione, si comportano come quelle generate da un oscillatore di Hertz. Un tale sistema girante potrebbe dunque sostituirsi all'ordinario oscillatore. Come si è osservato nel paragrafo V, non si potranno ottenere in tal maniera che ondulazioni elettromagnetiche a lunghezza d'onda assai grande; ma queste ondulazioni potranno forse rendersi manifeste, ricorrendo ad una risonanza acustica anziché alla risonanza elettrica. Con questo mezzo è possibile si giunga a mettere in evidenza l'esistenza di una forza magnetica, prodotta dal doppio punto elettrico girante uniformemente, e quella di una forza elettrica prodotta dalla piccola calamita, essa pure girante con moto uniforme.

È certo però che a queste verificazioni si opporranno grandi difficoltà sperimentali, non inferiori a quelle superate dal Rowland per effettuare la nota esperienza destinata a mostrare l'azione magnetica prodotta dalla convezione elettrica.

DI UNA ENORME IPERTROFIA DEL LOBO DELLO SPIGELIO

Memoria

DEL DOTT. GIOVANNI D' AJUTOLO

(Letta nella 12ª Adunanza delli 27 Maggio 1894)

(CON TAVOLA)

Uno dei fenomeni più rari ad osservarsi e nel tempo stesso de' più meritevoli dell' attenzione dei clinici e degli anatomo-patologi, é, a parer mio, quello rappresentato dalla ipertrofia del lobo dello Spigelio, di cui trovansi due begli esempi nella Scienza.

Il primo di essi, pubblicato nel 1865, fu rinvenuto dal Prof. Böttcher (1) in un fegato amiloide, insieme con l' altra particolarità di un fegato accessorio. — Il lobo dello Spigelio, in forma d' un cilindro lungo 12 $\frac{1}{2}$ centimetri e grosso 5, sporgeva, come una clava, per ben 4 centimetri dal margine anteriore del fegato, e, passando sotto all' ilo, comprimeva i vasi che vi scorrono normalmente. — Il fegato accessorio, amiloide anch' esso, trovavasi collocato dietro alla piccola ala, colla quale era congiunto mediante un nastro fibroso, lungo 4 e largo 4 $\frac{1}{2}$ centimetri. Aveva forma ovale, un volume di 7 $\frac{1}{2}$ × 6 × 3 $\frac{1}{2}$ centimetri, ed era fornito di varii rami vascolari, uno dei quali sovraepatico, uno portale ed uno proveniente dall' arteria epatica, non che di 3 canalini biliari, che decorrevano separati fra loro per tutta la lunghezza del nastro fibroso. — Gli altri lobi del fegato, in complesso, raggiungevano quasi il volume di un fegato ordinario, in quanto che misuravano 27" in lunghezza e 9" in spessezza, ma, isolatamente presi, mostravano il lobo quadrato sporgente sulla superficie inferiore dell' organo a guisa di cuneo assai sottile e la piccola ala rimpicciolita e non dissimile, per

---

(1) Böttcher A. (in Dorpat). Seltene angeborene Formanomalie der Leber. — Virchow' s Arch. 1865, Bd. XXXIV, pag. 103. — Schmidt' s Jahrb. 1865, Bd. 119, pag. 284.

forma, da una milza normale. — Nulla è detto del sesso e dell' età del soggetto, nulla del pari circa la malattia, che determinò la degenerazione amiloide.

Il secondo caso fu osservato dal Dott. Beneke (1) in una ragazza di anni 2 ½, morta di difterite. — Il lobo dello Spigelio, del volume di un pugno, scendeva nella retrocavità degli epiploon fino all' omento gastro-colico, senza offrire alcun diretto rapporto col rene, col pancreas e colla capsula renale corrispondenti. Era di forma ovale, di colore grigio-rossastro, di consistenza dura; aveva superficie liscia, solcata soltanto da cordoni venosi di colore grigio-rossastro, ed era poi mobile sulla colonna vertebrale e sollevabile alquanto colla sua estremità inferiore. Al taglio, apparve costituito di sostanza epatica avente gli acini ingranditi e la superficie di sezione un po' più rilevata dell' ordinario. All' esame microscopico vi si trovarono le note di una flogosi interstiziale dove acuta, dove cronica, non che infiltrazione grassa delle cellule parenchimatose. — Quanto agli altri lobi, il destro ed il sinistro apparvero relativamente piccoli, ma di forma normale; normale invece il lobo quadrato, come pure la cistifellea. All' esame microscopico si trovò nel lobo destro la stessa alterazione notata nel lobo di Spigelio ed in grado pressochè eguale.

A questi due casi desidero ora aggiungere un terzo, che potei osservare nel cadavere di una donna, di 49 anni, nel 1889, quand' ero Dissettore di anatomia patologica in questa R. Università. — Quella donna - a nome Clementa Fava, del comune di Medicina - fu una robusta e laboriosa operaia delle risaie; di buona condotta; non sifilitica, nè amica dell' alcool. I suoi genitori morirono nell' età di 50 anni: il padre di colica, la madre di malattia ignota. Nell' infanzia andò soggetta alle malattie proprie di quella età. A 14 anni, mestruò per la prima volta. A 29, prese marito, e nei 20 anni che con lui convisse, ebbe 7 gravidanze, che decorsero nel seguente modo (2). « Dopo 8 mesi di matrimonio la Clementa Fava restò incinta e al 7° mese di gestazione diede alla luce due gemelli, i quali vissero poche ore. Per questo parto prematuro non ebbe alcuna grave conseguenza, perchè potè presto riprendere le sue occupazioni campestri. Dopo due anni restò nuovamente incinta e a gestazione completa si sgravò di una bambina, la quale morì

---

(1) Beneke R. Geschwulstartigen Hypertrophie des Lobus Spigelii. — Virchow' s Arch. Bd. 119, pag. 54. Berlin 1890.

(2) Queste notizie le debbo alla cortesia dell' egregio collega Dott. Arnaud, Medico-Chirurgo Primario di Medicina, ed ora colgo l' occasione per ringraziarnelo di tutto cuore.

dell' etá di mesi diciotto. In detto periodo di tempo non fu mai malata gravemente; ma di tratto in tratto di qualche febbre palustre, che mediante i sali chinacei scompariva fra i 5 e gli 8 giorni, senza restare obbligata a letto. Dopo nata la bambina, scorsero altri tre anni prima che restasse incinta e a nove mesi compiuti si sgravó di un' altra bambina, che tuttora é viva e conta 12 anni circa. In questo tempo nella Fava sempre dominarono le febbri intermittenti, diarree e coliche. Scorsi sedici mesi, rimase di nuovo incinta, ed a tempo di completa gestazione si sgravó di un bambino, il quale vive tuttora, e dopo altri tre anni si sgravó d' un altro bambino, sempre a gestazione completa, che morí poi quattro mesi dopo. Trascorsi 9 mesi restó nuovamente incinta ed abortí a 6 mesi di un' altra bambina; e sarebbe stata la *sesta* gravidanza. Da questa alla settima scorsero circa 7 anni, nel qual tempo sempre soffrí di febbri intermittenti piú ribelli delle prime, tanto che piú volte fu obbligata a letto per qualche mese; vi si aggiunse anche catarro gastro-intestinale, e fu curata con sali chinacei e preparati marziali. Finalmente nel maggio 1888 restó di nuovo incinta, e per le sue particolari condizioni dell' apparato uro-poietico ed intestinale fu inviata alle acque minerali di Castel S. Pietro dell' Emilia, da cui non ottenne alcun miglioramento: la sua nutrizione deperiva e le sue sofferenze erano sempre le stesse, talché la rendevano malinconica, spossata, insonne. Finalmente, nel 7° mese di gestazione, si accorse che le si gonfiavano straordinariamente il ventre e gli arti inferiori: le vennero somministrati diuretici e preparati marziali; e siccome con ció non si otteneva nulla, per alleviarne le sofferenze, le venne praticata la paracentesi addominale, estraendole quindici litri di liquido ». Se non che i vantaggi della paracentesi non durarono a lungo, perché il liquido ascitico ben presto si riprodusse; onde si pensó di inviarla alla Clinica Ostetrica di Bologna, ove venne accolta 5 giorni dopo l' operazione, ossia il 26 dicembre 1888.

Dal diario clinico si rileva, che il giorno 27 la donna si lagna di dolori ai lombi e di difficoltá di respiro e domanda di essere liberata da quello stato. Seguita la diarrea, che le si era presentata durante il viaggio; le urine sono scarse; la temperatura normale. La sera viene introdotta una candeletta nell' utero per provocare il parto. Alla mezzanotte presentansi forti dolori d' utero e 2 scariche diarroiche.

Il 28, temperatura normale. Avviene il parto, regolarmente, ma il feto muore 4 ore dopo. — All' esame del ventre, il *fegato* appare *spostato in basso, enormemente ingrossato*, duro ed irregolare.

Il 29 si ha febbre con tutti i sintomi d' una metro-peritonite puerperale. Per misura profilattica della Clinica Ostetrica, l' inferma viene trasportata all' Ospedale Maggiore, ove muore 3 giorni dopo.

Portato il cadavere nell' Istituto anatomo-patologico, esso ci offre: statura di metri 1, 61, costituzione robusta, testa regolare, collo cilindrico, torace conico, ventre voluminoso, arti superiori un po' denutriti, arti inferiori edematosi.

Nella cavità cranica, si nota: stasi sanguigna, tracce di ateromasia nelle arterie della base e sostanza cerebrale un po' pallida.

Nel torace, osservansi estese aderenze pleuriche a sinistra; stasi sanguigna ed enfisema polmonare; lieve catarro bronchiale. Veggonsi inoltre chiazze tendinee sul pericardio; il cuor destro e la vena cava superiore con tutte le sue diramazioni sono turgidi di sangue, in parte fluido, in parte aggrumato; i veli della tricuspide un po' inspessiti, quelli della mitrale alquanto inspessiti e rattratti.

Nell' addome, la cavità peritoneale contiene parecchi litri di un essudato siero-fibrino-purulento; il peritoneo é arrossato, tumido, con punti emorragici. Il grande omento e le anse intestinali tenui sono spostate verso destra, lo stomaco (vedi la Figura, *St*) ed il colon trasverso spinti invece in basso, da un cospicuo tumore retroperitoneale, *LS*, che solleva e distende il piccolo omento, *po*, *po*. Il fegato, nella sua sede normale, appare rimpicciolito ed irregolare, ed offre abnormi aderenze col diaframma. La milza, *M*, é grossa, dura e con capsula e setti interstiziali inspessiti. Il pancreas é un po' più resistente dell' ordinario, ma di grandezza normale. I reni sono in preda a flogosi parenchimatosa acuta; la vescica urinaria vuota ed a colonne. L' utero, voluminoso, raggiunge col suo fondo la parte media della linea ombelico-pubica ed offre tutti i caratteri d' una endo- e peri-metrite purulenta. Nulla di particolare nelle capsule soprarenali. Lo stomaco ha pareti un po' inspessite e la mucosa affetta da flogosi catarrale lenta. Il duodeno é spostato a destra, per opera del tumore, e nel posto della papilla del Vater vedesi una fovea larga 6 millim. e profonda 9, a cagione dello stiramento che il coledoco ha subito dal tumore medesimo.

Questo tumore, che occupa gran parte della regione epigastrica ed ombelicale, non é altro che il lobo dello Spigelio, fattosi lungo 16 centimetri, largo 12 e grosso 7 $\frac{1}{2}$, e diretto colla sua estremità libera in basso ed in avanti. Esso ha forma elittica, un po' spianata posteriormente, colore grigio-rossastro, consistenza dura, ed una superficie liscia, sparsa di solchi poco profondi, che la rendono leggiermente bernoccoluta. Uno di questi solchi, assai più profondo degli altri, vedesi nell' estremità superiore di esso, in forma di V, aperto verso destra ed in alto, e serve a distinguere il lobo dello Spigelio dal tubercolo caudato, *tc*, divenuto anch' esso ipertrofico. Siccome poi detto tumore é fissato in alto e libero in basso, ne deriva che é alquanto mobile sulla colonna vertebrale, e sollevabile alquanto colla sua estremità inferiore.

Praticandovi un taglio in direzione longitudinale, ne esce discreta copia di sangue commista a bile, e si rileva, che esso é formato di tessuto epatico. Gli acini glandolari appaiono bene sviluppati e di colore giallo-rossastro, e la massa del lobo, alquanto rilevata sulla superficie di sezione, continuasi senza un limite esatto con quella del lobo destro.

Questo lobo, *ld* - che misura appena 11 × 8 × 5 centimetri - mostrasi alquanto rigonfio e bernoccoluto nella sua parte postero-interna, *b*, che é in continuazione col lobo di Spigelio; invece nella parte rimanente, *gr*, é assottigliato, duro, granuloso, con granulazioni della grandezza di un grano di canepa ad un piccolo cece. Il suo colorito é vario, grigio-rossastro, giallo-verdastro o biancastro, e la capsula alquanto opacata. Al taglio della parte granulosa si ode forte scricchiolio e sgorga poco sangue; il connettivo periepatico e quello della capsula del Glisson presentansi notevolmente inspessiti, e in mezzo ad esso veggonsi delle rilevatezze in forma di acini più o meno grossi e di colore giallo-verdastro, grigio-rossastro o biancastro, come quelle esistenti alla superficie dell' organo. Nella parte bernoccoluta, all' incontro, la resistenza al taglio é minore, ed il tessuto interstiziale meno manifesto; e vi si notano larghi tratti di sostanza epatica, alquanto rilevati sulla superficie di sezione, di colore verde-giallastro, o giallo-rossastro, e di consistenza normale, che si continuano colla sostanza del lobo di Spigelio. Tanto poi nell' una, quanto nell' altra parte del lobo destro, scorgonsi qua e lá vasi sanguigni dilatati, o trombizzati o compressi, e vasi biliari parimenti dilatati, o compressi od in forma di cisti ripiene di sabbia fellea. Tra i vasi trombizzati notasi pure la vena sovraepatica maggiore del lobo, ed il suo trombo, abbastanza compatto e aderente alla parete vasale, vedesi prolungato fin nella cava inferiore, ove termina in forma clavata e del volume di una piccola noce.

Il lobo sinistro, *ls*, é piccolissimo, tanto che misura solo 29 × 37 × 10 millimetri; peró ha forma e consistenza normali. Al taglio offre un colore assai pallido.

Il lobo quadrato, *lq*, é ridotto ad una semplice striscia di tessuto epatico, lunga 2 centimetri e larga meno di uno; e da ció deriva, che l' ilo del fegato dista ben poco dal margine anteriore dell' organo e che il legamento falciforme trovasi quasi a mutuo contatto colla cistifellea.

Null' altro di particolare offrono macroscopicamente i lobi epatici. La cistifellea é piccola e ripiena di bile scura, ha pareti inspessite e mostrasi insieme col dotto cistico alquanto ripiegata verso destra e in basso per lo spostamento subito dal legamento epato-duodenale, *led*, a cagione del tumore. Il legamento falciforme, *lf*, offre delle vene turgide di sangue, mentre la vena ombelicale é completamente obliterata. La vena porta con-

tiene un piccolo coagulo sanguigno. La vena del lobo di Spigelio è più ampia del solito; più ampio del pari è il forame del Winslow.

Asportati dal fegato dei piccoli pezzi e preparatili convenientemente (1), all' esame microscopico rilevasi quanto segue.

Nel lobo dello Spigelio gli acini epatici a quando a quando mostransi un po' più grandi del solito e senza un limite esatto, e sono costituiti da cellule epiteliali, della grandezza ordinaria, aventi un bel nucleo vescicolare ed un protoplasma finamente granuloso, nel quale vedesi qua e là qualche gocciola di grasso. Queste cellule appajono un po' più stipate dell' ordinario, tantoché le trabecole epatiche si trovano molto addossate fra loro. In altri acini invece le trabecole sono assai discoste fra loro, a motivo di una stasi sanguigna più o meno notevole della rete intraacinosa, e le cellule, che le compongono, vi si trovano più o meno compresse. Fra le trabecole veggonsi spessissimo dei granuli di pigmento nero, ora irregolari ed isolati, ora aggruppati fra loro, e solo di rado vi si riscontra un qualche accumulo di cellule linfoidi.

Il connettivo della capsula del Glisson contiene anch' esso dei granuli di pigmento nero, come quelli notati negli acini, ed a tratti presentasi più o meno inspessito per aumento delle sue fibre e de' suoi nuclei, nonche per una infiltrazione più o meno cospicua di cellule linfoidi.

I vasi portali sono pieni di sangue, ma senza alcuna alterazione parietale. Le vene centrali al contrario mostransi ordinariamente più ampie del normale, turgide di sangue e con lieve inspessimento fibrillare delle loro pareti. Le arterie hanno ampiezza e struttura normale. I vasi biliari appaiono talvolta più grandi dell' ordinario, e con l' epitelio in via di moltiplicazione.

Simili a quelle del lobo di Spigelio sono le alterazioni della parte bernoccoluta del lobo destro; perció possiamo fare a meno di descriverle. — Nella porzione granulosa, invece, esse mostransi infinitamente più gravi. Là ove il connettivo della capsula glissoniana é maggiormente sviluppato, gli acini epatici sono, in molti punti, o completamente scomparsi, ovvero ridotti appena a qualche trabecola sepolta in mezzo al connettivo. In altri punti — come, ad es., là ove il colorito della sostanza epatica é giallo-verdastro, od anche rossastro — gli acini appaiono più manifesti, peró offrono dei tratti: ora pallidi, con elementi scolorati,

---

(1) Alcuni pezzi furono posti nel liquido del Müller, altri nel liquido di Flemming, e poi, secondo la tecnica, lavati, induriti in alcool e racchiusi in celoidina. Le materie coloranti usate furono: la saffranina coll' acido picrico, il picrocarminio, l' ematossilina con eosina, e l' emallume.

raggrinzati e disfatti; ora affetti da degenerazione jalina; ora infiltrati da gran copia di pigmento biliare, ed ora, in fine, in preda ad una infiltrazione di cellule linfoidi e di elementi connettivali giovani, che tendono ad avvolgere le trabecole epatiche. — Questa infiltrazione, o meglio vegetazione connettivale, vedesi spesso in forma concentrica negli acini, altra volta é saltuaria, e rappresenta l' inizio di quel processo flogistico interstiziale, che finisce a poco a poco per distruggere gli acini epatici. Qualche volta alla periferia dell' acino si veggono gli epiteli dei tubuli biliari proliferati avanzarsi nello spessore dell' acino stesso.

Esaminando alcune delle granulazioni biancastre, contenute nella capsula fibrosa involgente il fegato e nella glissoniana, esse si trovano costituite, internamente, da cordoni di cellule epiteliali, disposti in modo da ricordare i tubuli del laberinto renale e che sono separati fra loro da capillari sanguigni o da fascetti di tessuto connettivo. Detti cordoni talvolta hanno le apparenze di un vero lume, e sono costituiti da cellule di forma varia, dalla cilindrica alla poligonale, aventi un nucleo ora vescicolare, ora allungato, talvolta in cariocinesi, nonché un protoplasma finamente granuloso e un po' più chiaro delle cellule parenchimali dell' organo. Esternamente, dette granulazioni sono avvolte da una grossa capsula di tessuto fibroso compatto, che le separa dalle parti circostanti; peró questa capsula non é sempre continua, ma a quando a quando, specie nelle granulazioni più cospicue, trovasi interrotta, o per meglio dire, divaricata da cordoni cellulari che dall' interno delle granulazioni si prolungano per un certo tratto nel connettivo circostante, e che hanno tutte le apparenze di altri cordoni o zaffi cellulari, più piccoli e isolati, che frequentemente osservansi in mezzo al connettivo interstiziale.

Questi cordoni o zaffi più piccoli sono manifestamente sezioni di tubuli biliari dilatati, ripieni di cellule epiteliali proliferate. Le cellule, in fatti, che trovansi alla periferia hanno spesso i caratteri proprii dell' epitelio di detti tubuli; ma nella parte più centrale, specie ne' cordoni più cospicui, esse mostransi più grandi dell' ordinario, poliedriche od anco allungate, a seconda del grado del loro stipamento. Certe volte si potrebbero scambiare con quelle parenchimali del fegato; ma se ne distinguono non soltanto per la sede, che corrisponde a quella dei canali biliari, e pei caratteri, che alcune di esse conservano dell' epitelio originario, ma benanco per il loro protoplasma più chiaro di quelle epatiche e per la forma del nucleo, che é ora sferico, ora cilindrico, ed ora quasi fusiforme od irregolare. Detti cordoni o zaffi formano un tutto compatto nei canali di discreto calibro; peró, quando la capacitá di questi va aumentando, allora essi si presentano più o meno interrotti nella loro continuitá, a somiglianza di quelli contenuti nelle granulazioni

precedentemente descritte. Ond' è a ritenere, che le dette granulazioni siano l' effetto della proliferazione abnorme dell' epitelio dei dotti biliari con dilatazione del loro lume ed iperplasia delle loro pareti.

Il connettivo interstiziale è considerevolmente iperplastico ed infiltrato di leucociti, ed offre qua e là tracce di vasi biliari neoformati. I vasi biliari maggiori, che contengono della sabbia fellea, presentano le loro pareti inspessite ed infiltrate di elementi linfoidi. I vasi portali hanno del pari le loro pareti ingrossate, ma più di tutti le arterie, che offrono a quando a quando i più begli esempi di arterite obliterante. Le vene sovraepatiche qua e là si mostrano occluse da trombi epiteliali, fatti di cellule simili a quelle de' zaffi biliari, e notevolissimo è il fatto già accennato disopra, di un grosso trombo epiteliale, che lungo la vena sovraepatica maggiore del lobo giungeva fino nella cava inferiore.

Riassumendo ora quanto si è notato nel fegato, si può dire, che vi era :

1° Una ipertrofia, o meglio una iperplasia notevole del lobo dello Spigelio e del tubercolo caudato, con una infiammazione interstiziale di data non punto antica ;

2° Una ipotrofia del lobo sinistro e del quadrato;

3° Una epatite interstiziale cronica di alto grado nel lobo destro, con adeno-carcinoma dei vasi biliari. — Dico adeno-carcinoma, e non semplicemente adenoma, perchè gli zaffi erano spesso grossi, atipici ed avevano invaso perfino le vene ;

4° Una infiltrazione di pigmento nero sparsa in quasi tutto l' organo.

Venendo ora a fare qualche considerazione sul presente caso, e più specialmente sul lobo dello Spigelio, che costituisce l' argomento precipuo di questa Memoria, a me pare che dal confronto de' 3 casi superiormente descritti, si possano trarre alcuni corollari degni di esser ricordati :

1° che il lobo dello Spigelio può presentarsi considerevolmente ipertrofico ;

2° che tale fenomeno dev' essere considerato come rarissimo, non conoscendosene finora che 3 casi solamente ;

3° che si verifica, a quanto pare, a preferenza nel sesso femminile ;

4° che, quando accade, nella regione epigastrica osservasi un voluminoso tumore, che occupa anche gran parte della regione ombelicale e che è diretto dall' alto al basso e da dietro in avanti, e fornito dei seguenti caratteri (stando almeno a quanto risulta da' 3 casi):

a) forma cilindrica (Böttcher), ovale (Beneke), od ellittica (D' Ajutolo);

b) *colore* grigio-rossastro;

c) *superficie* liscia o lievemente bernoccoluta;

d) *consistenza* dura;

e) e, quel che è più, dal punto di vista clinico, la proprietà di esser *mobile* sulla colonna vertebrale, *sollevabile* alquanto colla sua estremità inferiore, e *mobile* altresì dall' alto al basso sotto i movimenti del diaframma.

f) In quanto ai *rapporti*, essendo collocato nella retrocavità degli epiploon, esso ne ha: in alto, col fegato; in basso, collo stomaco (D' Ajutolo) o coll' omento gastro-colico (Beneke); in dietro, col pancreas, col rene e colla capsula surrenale destra; a sinistra, collo stomaco; a destra, col legamento epato-duodenale e con gli elementi vascolari, che attraversano l' ilo-epatico. — Quest' ultimo rapporto è importantissimo, imperocchè il tumore spostando i detti vasi verso destra e stirandoli od anco comprimendoli, ci rende ragione, e delle emorragie intestinali, e dell' itterizia che può verificarsi in simili incontri, e dell' infossamento della papilla del Vater, osservato nel caso mio.

5° Che, quando il lobo di Spigelio è ipertrofico, pare che vi sia un costante impicciolimento degli altri lobi. Nell' osservazione mia, invero, essi erano tutti considerevolmente piccoli, e piccoli pure, specie il lobo destro ed il sinistro, erano nel caso di Beneke; e se in quello del Böttcher il volume complessivo di tutti tre i lobi raggiungeva quasi la norma, non bisogna però dimenticare, che tutto l' organo aveva subito la degenerazione amiloide, che, com' è ben noto, suole aumentare più o meno notabilmente il volume degli organi, che ne sono affetti.

Tutte queste notizie a me sembrano molto importanti, specialmente pel clinico, giacchè, nella circostanza di un tumore in quella sede e con le caratteristiche, che abbiamo notato di sopra, egli potrebb' essere indotto a diagnosticare molto facilmente un tumore eterologo dello stomaco — come accadde nella osservazione di Böttcher, in cui c' era stata anche enterorragia —; invece, posto sull' avviso di un' eventuale ipertrofia del lobo dello Spigelio, egli forse eviterà l' errore, tanto più che il decorso clinico difficilmente sarà conforme a quello di un carcinoma.

6° Risulta da ultimo, che il lobo dello Spigelio, quando ipertrofico, partecipa più o meno ai processi patologici degli altri lobi, allorchè essi per loro natura abbiano tendenza ad invadere tutto un organo; come per es. la degenerazione amiloide trovata dal Böttcher e la flogosi interstiziale cronica notata dal Beneke. Ma se detti processi non hanno tale tendenza, allora il lobo dello Spigelio può restarne del tutto immune, come per l' appunto è stato il caso mio; nel quale il lobo dello Spi-

gelio, che pur aveva partecipato alla flogosi interstiziale, non ha preso parte al processo adeno-carcinomatoso, essendochè questo non sempre occupa tutta l' estensione di un organo.

Rispetto poi all' origine dell' ipertrofia del lobo dello Spigelio, è a dire, che il Böttcher la ritenne senz' altro per congenita, e che a tale conclusione è venuto anche il Beneke, dopo una lunga e dotta disamina, colla quale ha escluso l' adenoma e l' iperplasia locale acquisita, ed ha accettato l' idea di una iperplasia locale congenita, come una specie di gigantismo parziale. Nè credo che si possa opinare altrimenti, quando si consideri:

I. — che tale ipertrofia, in tutti tre i casi superiormente descritti, accadde sempre nello stesso lobo e circa con le stesse modalità;

II. — che nel caso di Beneke aveva raggiunto un considerevole volume, e si trattava di una ragazza di soli 2 $1/2$ anni!;

III. — che tutte tre le volte era accompagnata da un impicciolimento più o meno cospicuo degli altri lobi. — Questo fatto, che potrebbe esser definito come un *compenso di massa*, non è punto raro a verificarsi nel fegato stesso, come ce ne fan fede alcuni esempi. In un caso del Verga (1), infatti, in cui era difettoso sviluppo della piccola ala e totale mancanza del lobo di Spigelio, vedevasi il lobo quadrato ingrossato ed emisferico. Così pure, in una osservazione del Laget, il lobo sinistro, impiccolito, pareva sostituito da un lobo succenturiato, che era congiunto con esso ed aveva la forma ed il volume di un piccolo rene; ed in un' altra del Tarenetski, quasi a sostituire il lobo sinistro mancante, si trovarono quattro lobi accessorii, collocati rispettivamente: 1 nel legamento sospensorio, 1 nel collo della cistifellea, e 2 a sinistra della vena cava;

IV. — che nel fegato non son punto rare le anomalie congenite, come lo dimostrano i tanti casi raccolti nella scienza, e che io qui riassumerò brevissimamente:

1° la *mancanza* di tutto l' organo, osservata da Kiesselbach in un feto nel resto ben conformato;

2° la *divisione* del fegato in due parti, una delle quali sul cardias, veduta da Dickinson;

3° la *completa simmetria* del lobo destro e del sinistro, riscontrata da Abernethy e da Birch-Hirschfeld;

4° la *duplicità* dell' organo, notata da Morgagni in un feto;

5° l' *impicciolimento notevole* della piccola ala, riferitoci dal Severi e dagli altri precedentemente citati.

---

(1) Vedi Bibliografia.

6° il *prolungamento linguiforme* del margine posteriore della piccola ala — di frequentissima osservazione;

7° la *mancanza* del lobo di Spigelio con impicciolimento della piccola ala ed ingrossamento del lobo quadrato, descritta dal Verga e testé ricordata;

8° la *mancanza* del legamento coronario, dei triangolari e del piccolo omento — percui il fegato risultava tutto rivestito dal peritoneo e mobilissimo — notato dal Longuet;

9° le varie *anomalie vascolari*, vedute da Abernethy, da Verga e da altri;

10° la presenza di *lobi accessorii* o *fegati succenturiati*, in numero di uno, di due, e perfino di quattro, contemporaneamente, nello stesso individuo, ed in rapporto più o meno diretto coll' organo principale. Quanto poi alla sede, essi furon visti:

a) dietro della piccola ala, da Huschke, da Gruber e da Böttcher, ed a sinistra della medesima, da Meckel;

b) a sinistra della vena cava inferiore, da Tarenetski;

c) dietro la vena porta, da Gruber;

d) sotto il lobo quadrato, da Gruber;

e) vicino alla cistifellea, da Henle, da Moore e da Tarenetski;

f) nel legamento falciforme, da Wagner e da Tarenetski;

g) dietro la fossa ombelicale da Gruber;

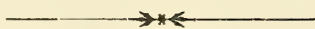
h) in località varie, attorno al fegato, da Dickinson.

V. — finalmente, che nessuno dei processi patologici osservati nei tre casi offre alcun argomento per risolvere diversamente un tal problema, essendo essi, generalmente, troppo comuni, e per giunta di differente natura, mentre l' ipertrofia suddetta é assai rara ed ha interessato costantemente lo stesso lobo.

Un' altra particolarità degna pure di esser rilevata nel caso mio, si é l' adeno-carcinoma, che occupava buona parte del lobo destro. Come é noto, esso é un fenomeno piuttosto raro ad osservarsi, tantoché nella Scienza si contano sulle dita i casi finora descritti; ma ció che lo rende maggiormente degno di considerazione, é l' essersi presentato in una donna, che aveva sofferto iteratamente di febbri palustri, nella guisa stessa che il Bonome (1) aveva notato in alcuni casi suoi; onde qualcuno potrebb' esser tentato a riconoscere un nesso causale fra le due cose. Se non che — come giustamente osserva lo stesso Prof. Bonome, che é stato

(1) Bonome A. Contribuzione allo studio degli Adenomi del fegato. Arch. per le Scienze Mediche. Vol. 13°, pag. 345. Torino 1889.

il primo a rilevare tale coincidenza — detto rapporto non esiste; giacchè se la malaria può valere « fino ad un certo punto a spiegare l' esistenza della proliferazione del connettivo interstiziale in alcuni tratti del fegato (e nel caso mio, a render conto anche della pigmentazione melanica), non può renderci ragione dello sviluppo dell' adenoma » e di un adeno-carcinoma da lui osservati, nè dell' adeno-carcinoma riscontrato nel caso mio. Percui — finora almeno — dobbiamo ritenere tale circostanza come una semplice coincidenza e nulla più.

Spiegazione della Figura

$^2/_3$ dal naturale

D D — diaframma.

M — milza.

St — stomaco.

L S — lobo dello Spigelio.

po, po — piccolo omento.

d, d — duodeno.

p — piloro.

l d — lobo destro del fegato (*g r* — parte granulosa.
(*b* — parte bernoccoluta.

l s — lobo sinistro » »

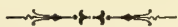
l q — lobo quadrato » »

t c — tubercolo caudato.

c — cistifellea.

lf — legamento falciforme.

l e d — legamento epato-duodenale.

BIBLIOGRAFIA

Abernethy J. — Account of two instances of uncommon formation in the viscera of the human body. Phil. Tr. London 1793. LXXXIII, 59-66, 2 pl.

*) Browne C. W. — An obscure abdominal tumour. Brit. Med. Journ. London 1869. I, 209.

Birch-Hirschfeld — Trattato di Anatomia patologica. Trad. italiana. Vol. II, pag. 829. Napoli 1886.

Case — Hepar accessorium. Vojenno med. J. St. Petersb. 1876. CXXVII, 145-47.

Chevalier — Anomalies du foie chez un foetus. Bull. de la Soc. d'Anat. et de Phys. de Bordeaux. Mai 1885.

Dickinson — Malformation of the liver. Transact. of the pathol. Society. 1867. XVII, pag. 160. Jahresb. 1867. Bd. II, pag. 156.

Fleischmann — Einiger ueber eine abnorm gebildete Leber. Berl. Med. Central. Ztg. 1836. V, 481.

Gruber W. — Neue Anomalien. Berlin 1849. S. 24.

Id. — Beobachtungen. Virchow's Arch. Berlin 1879. I Heft. S. 48.

Id. — Eine in die Länge congenital vergrössert gebliebene Leber eines Erwachsenen mit eigenthumlichen Verhalten zur Milz. Ibid. 1880. Bd. 82, S. 475.

Id. — Doppelte Nebenleber. Jbid.

Huschke E. — Lehre von der Eingeweide und Sinnesorganen des menschlichen Körpers. Leipzig 1844. S. 155.

Henle J. — Handbuch der Anatomie. Bd. II, S. 191. Braunschweig 1866.

Hartmann G. — Anomalien der Leber, etc. Med. Corresp. Bl. der wurttemb. ärztl. Ver. Stuttg. 1866. Bd. 34, pag. 53.

Isenflamm H. F. — Ueber Abnormität der Leber und Milz. in Anat. Untersuchungen 8. Erlang. 1822, pag. 137-46.

*) Jngalls W. — Malformation of the liver; gall. bladder and biliary ducts wanting. Boston Med. 1840. XXII, 138.

Jvon — Deformation du foie. Bull. de la Société Anatom. de Paris. 1878. Vol. 53, pag. 497.

Keisselbach — Froriep's Notiz. VIII, Bd. 1836.

Klob J. — Zur pathol. Anat. der Leber, etc. Canstatt's Jahresb. f. 1865. III Bd., S. 322.

Kirmisson E. — Singulière anomalie du foie, qu'on pourrait appler double déplacement par interversion et rotation autour d'un axe vertical. Bull. de la Soc. Anat. de Paris, 1880. Tom. 55, pag. 112-14.

Laget E. — Anomalie du foie; lobule surnuméraire. Ibid. 1874. Vol. 49, pag. 42.

Longuet — Anomalies du foie. Ibid. pag. 186-88.

Meckel J. Fr. — Tabulae anat. pathologicae. Fasc. III, pag. 14. Tab. XXIV, Fig. I. Lipsiae 1822.

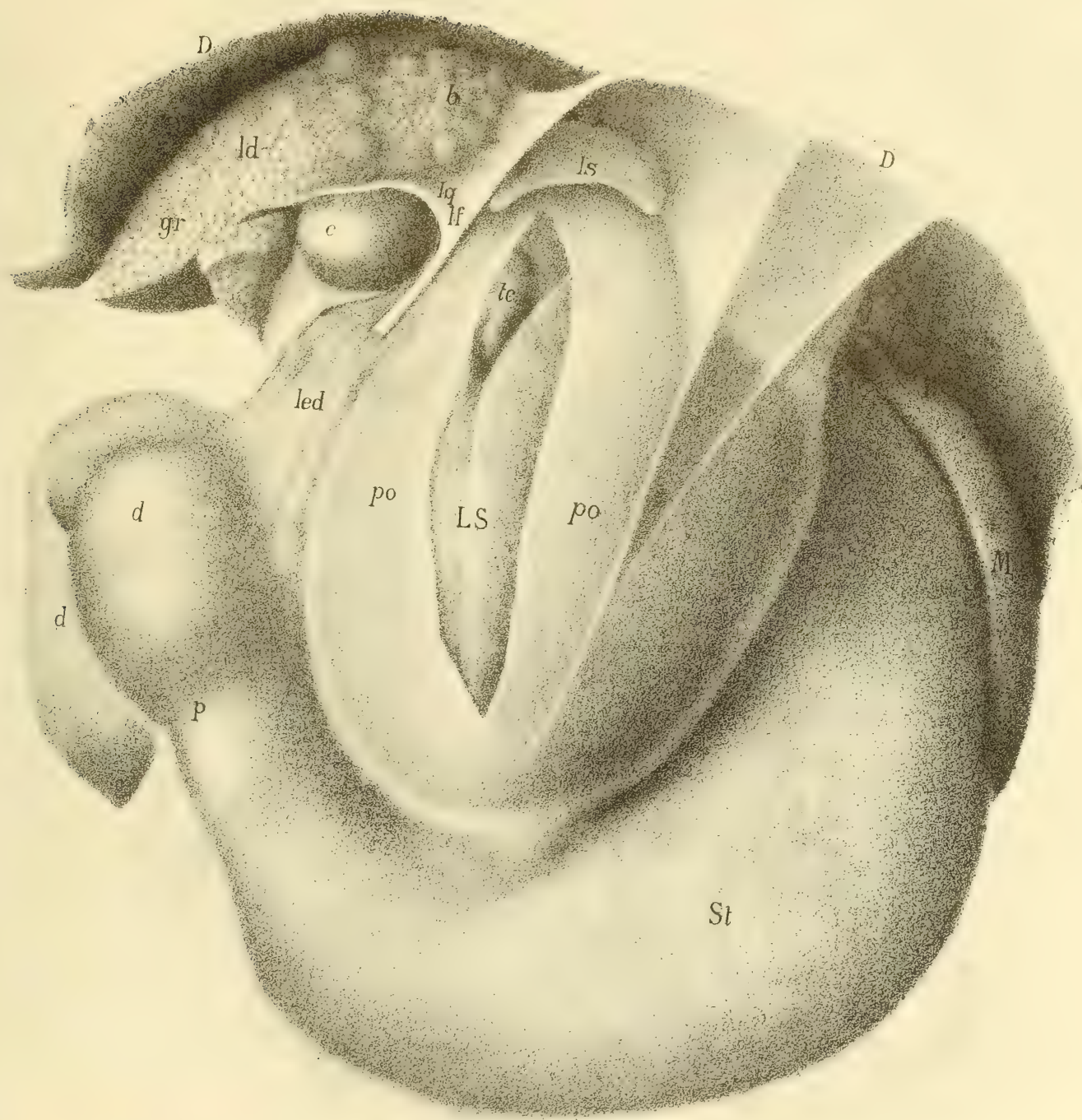
Moore N. — A rare variety in lobulation of the liver. Tr. Pathol. Soc. London, 1881-82. Vol. 33, pag. 192.

N. B. — Ho segnato con asterisco i nomi degli autori, che trattano di anomalie epatiche congenite, ma che io non ho potuto consultare.

*) Mc Nutt W. F. — Congenital malformation of the liver, and their relations of the diagnosis of abdominal tumors. Pacific M. e S. J. San Fran. 1886. Vol. 29, pag. 405-07.
Planteau — Foie multilobé. J. de Méd. de Bordeaux, 1884-85. Vol. XVI, pag. 347.
*) Perroud — Sur une déformation particulière du foie, pouvant simuler une tumeur de l' ovaire droit. Gaz. Méd. de Lyon, 1864. Vol. XVI, pag. 355-58.
Rokytansky C. — Schizze der Giessen im Formabweichung der Leber, in oesterr. Jahrb. 1839. Bd. XX, St. IV.
Id. — Lehrb. der path. Anat. Wien 1861. Bd. III, S. 246.
*) Riegel F. — Zur Casuistik der Missbildungen der Leber. Deutsch. Arch. f. klin. Med. Leipzig 1872-73. XI, 113-24, 1 pl.
Simpson — Two hepata succenturiata in a foetus. Month. J. Med. London 1855. XX, 179.
Severi D. — Lobo sinistro del fegato rudimentario, ecc. Bull. delle Scienze Mediche. Bologna 1873. Serie 5ª, Vol. 16, pag. 230.
Tarenetski A. J. — Abnorme Form einer Leber nebst Nebenlebern. Petersb. Med. Wochenschrift, 1883. Jahresb. f. 1883. Bd. I, pag. 295.
Verga A. — Singolari anomalie di un fegato. Giorn. dell' I. R. Istit. Lombardo di Scienze, Lettere ed Arti. Milano 1853. Tom. IV, nuova Serie, pag. 301.
Wagner E. — Arch. der Heilkunde, 1861. pag. 472.
Wickam — Albuminurie; disposition anormale du ligament suspenseur du foie. Bull. de la Soc. Anat. de Paris, 1846. XXI, pag. 25-29.

$\frac{2}{3}$ dal Naturale

E. Contoli disegnò dal vero ed in pietra

L.ª Mazzoni e Rizzoli-Bologna

CONTRIBUTO ALL' ANATOMIA
DEL CAULE E DELLA FOGLIA DELLE CASUARINEE

MEMORIA

DEL

PROF. FAUSTO MORINI

(Letta nella Sessione del 27 Maggio 1894)

(CON CINQUE TAVOLE)

INTRODUZIONE

Il presente lavoro ha per iscopo lo studio anatomico del Caule e della Foglia delle Casuarinee (1). Sebbene questo studio sia stato intrapreso da parecchi Botanici fra i quali meritano speciale menzione il Göppert, il Loew, il Lecomte ed altri, esso lascia ancora molto a desiderare sì perchè in generale le ricerche sono estese solo ad alcune parti dell' organizzazione delle piante in discorso, come anche per l' inesattezza di parecchie osservazioni, e per la mancanza in tutti i lavori di uno studio completo coordinato al progressivo sviluppo del corpo vegetante delle Casuarine dalla fase embrionale. Queste lacune, che meglio emergeranno specialmente nella parte bibliografica di questo lavoro, dimostrano la necessità di una ripresa delle ricerche.

Ma il nostro studio oltre al mettere in rilievo la mirabile intima organizzazione delle Casuarine così razionalmente correlata all' adempimento di determinate funzioni di vita interna ed esterna, tende ad un fine più importante, imperocchè arreca documenti e fatti, i quali non potranno non riuscire utili col contribuire ad assegnare a queste piante tanto singolari e di così incerta sede il vero posto che loro compete nella natura. È infatti noto con quanta frequenza l' Anatomia e l' Istologia apportino un pre-

(1) Sarebbe stato mio desiderio comprendere in questo lavoro anche l'Anatomia della Radice, ma i limiti imposti all'estensione delle Memorie da stamparsi negli Atti di questa R. Accademia delle Scienze, non mi hanno consentita la pubblicazione dell' intero studio intorno al corpo vegetante delle Casuarine. Così ho creduto opportuno procedere ad una divisione del detto lavoro in due parti, la 2.ª delle quali sarà dedicata all' Anatomia della Radice.

zioso ausilio per la determinazione o pel miglioramento dei rapporti di affinità o di parentela delle piante.

Le specie di Casuarine qui esaminate sono le seguenti: *C. quadrivalvis* Labill., *C. glauca* Sieb., *C. equisetifolia* Forst., *C. distyla* Vent. (*C. stricta* Miq.), *C. leptoclada* Miq. (*C. suberosa* Ott. et Dietr.), *C. Cunninghamiana* Miq., *C. paludosa* Sieb. e *C. torulosa* Ait. Tutte queste appartengono alla Divisione CYLINDRICAE s. CRYPTOSTOMAE; dell' altra Divis., TETRAGONAE s. GYMNOSTOMAE, non abbiamo avuto l' opportunità di studiare i rappresentanti. Ciò è certamente una lacuna che diminuisce la perfezione del lavoro, il quale adunque studia i soli rappresentanti del tipo Australiano del genere Casuarina; qualora però si rifletta alla grande monotonìa morfologica che insieme collega le specie del naturalissimo genere Casuarina, nonchè alle non profonde differenze nei caratteri del corpo vegetante delle dette due Divisioni, non si può non ammettere la stessa uniformità pei caratteri anatomici, almeno nelle linee principali e fondamentali, per cui sono grandemente attenuate le conseguenze della detta lacuna, alla quale rimedieremo in un prossimo lavoro studiando specie appartenenti alla 2.ª Divisione; per cui, compulsando eziandio le ricerche contenute in questa Memoria, potremo rappresentare lo schema generale e sintetico dell' intima organizzazione del Caule e della Foglia delle Casuarine. — Ed è appunto per la stessa ragione che nelle Casuarine del tipo Australiano si riscontra grande uniformità nei caratteri anatomici, per cui nel presente lavoro di rado dovremo accennare nelle singole specie a rilevanti deviazioni dalla forma fondamentale di struttura qui esposta e che rappresenta lo schema generale anatomico del tipo suddetto.

Gli argomenti qui svolti sono disposti nelle seguenti parti con questo ordine. 1.° Una breve rivista bibliografica delle pubblicazioni che si occupano dall'Anatomia delle Casuarine; 2.° Parte anatomica contenente l' esposizione delle ricerche ed osservazioni sull'Anatomia del Caule e della Foglia di dette piante; 3.° Conclusioni relative alla caratteristica generale istologica ovvero al tipo di struttura del Caule e della Foglia delle Casuarine qui studiate, istituite col prendere in considerazione i diversi sistemi anatomo-fisiologici dei tessuti.

I.

Cenno bibliografico.

Prescindendo dai Trattati generali nei quali si trovano qua e là esposte nozioni anatomiche sul corpo vegetante delle Casuarine, ma troppo incomplete e frammentarie perchè possiamo qui tenerne conto, per quanto è a nostra conoscenza il più antico lavoro in cui si trova qualche cenno un po' esteso sulla struttura delle Casuarine è quello del Kieser (1). Questi ha rivolto il suo esame alla *C. equisetifolia* Forst., e più specialmente al legno, ove ha notato, in contiguità alla periferia del midollo, numerosi vasi spirali a filamento svolgibile: un' altra osservazione fatta dallo stesso A. è relativa alla presenza di cellule allungate, molto sottili, intercalate fra i vasi legnosi; pei caratteri assegnati a questi elementi, sembra che il Kieser avesse sott' occhio le tracheidi ovvero le fibre legnose, delle quali anzi sembra, sebbene molto confusamente, abbia riconosciuto le punteggiature.

Molto importante è il lavoro del Göppert (2) le cui ricerche si riferiscono specialmente all' anatomia del legno. Le specie studiate dall' A. sono le seguenti: *C. equisetifolia* Forst., *C. stricta* Ait., *C. torulosa* Ait., *C. glauca* Sieb., *C. paludosa* Sieb., *C. muricata* Roxb. e *C. distyla* Vent. Dopo esposto qualche carattere anatomico intorno ai raggi midollari grandi e piccoli (così detti dall' A. per distinguere i raggi primari dai secondari), il Göppert entra nello studio del parenchima legnoso che egli ha scoperto; questo tessuto, per la sua grande analogia strutturale con quello costituente i raggi midollari è stato interpretato dall' A. non già come parenchima legnoso, ma bensì come una 3.ª forma di raggi; anzi tenuto conto della singolare disposizione di esso in tanti anelli o zone concentriche, il Göppert ha queste denominato *raggi midollari concentrici o colleganti* (*radii medullares concentrici s. connectentes*) per distinguerle dagli altri raggi primari o secondari che vengono da lui detti *centrifughi* (*radii medullares centrifugi*). Sebbene erroneamente interpretata (3), la detta osservazione ha grande importanza, perchè mette in chiaro una delle principali caratteristiche del legno delle Casuarine, per la quale questo nelle sezioni trasversali appare formato da tante esilissime stratificazioni concentriche, densamente fra loro

(1) Kieser — Mémoire sur l' organisation des plantes. Paris, 1812.

(2) H. R. Göppert — Bemerkungen ü. den anatomischen Bau der Casuarinen (Linnaea, Funfzehnter Band, Sechstes Heft; Halle, 1841). Mit 1 Taf.

(3) Un tale errore venne riconosciuto parecchi anni dopo dallo Stache nel suo lavoro *De Casuarinis nunc viventibus et fossilibus nonnulla.* Vratisl., 1855.

avvicinate, costituite essenzialmente da zone alterne di tracheidi o di fibre legnose e di parenchima legnoso, visibili a sufficienza anche ad occhio nudo (1). L'A. studia anche le tracheidi punteggiate (che denomina cellulelegnose prosenchimatiche) ed i vasi pure punteggiati; ed ha eziandio accennato ai fasci di tracheidi o di fibre legnose che non infrequentemente attraversano i raggi midollari ove si formano e che sono bene visibili nelle sezioni tangenziali del legno (2). Infine l'A. parla dell'oscura differenziazione dei veri anelli annuali legnosi nelle piante in discorso, senza però dare la ragione anotomica nè fisiologica di tale incerta delimitazione.

Le ricerche del Sanio inserite in parecchi suoi lavori (3) hanno arrecato notevoli progressi allo studio dell'intima struttura delle Casuarine: esse si riferiscono all'anatomia del legno e più specialmente a quella del periderma; riguardo a quest' ultimo l'A. ha rilevato esattamente la prima origine del fellogeno (*C. torulosa*) nonchè il modo del suo funzionamento ed ha altresì osservato la laterale estensione del periderma dal luogo di sua prima formazione che è in corrispondenza al fondo dei solchi intercostali, fino sotto le costole o carene degli internodi, in modo da costituire una zona continua e circolare.

Ma il lavoro più completo finora pubblicato nell'Anatomia delle Casuarine é dovuto al Loew (4); di esso ci limiteremo a dare un semplice cenno generale, perchè nell'esposizione delle nostre ricerche avremo frequenti occasioni di riferire le osservazioni dell'A. È diviso in due parti precedute da un'introduzione e da alcuni cenni sulla germinazione desunta dai semi della *C. Lehmanniana* Miq., e seguite dalle conclusioni e da un'appendice; la 1.ª parte ha per titolo *De trunci evolutione atque structura*; la 2.ª *De folii Phyllichniique evolutione atque formis*. Sebbene non molto chiaramente, l'A. accenna ad uno dei principali caratteri delle Casuarine che è dato dalla concrescenza delle foglie col caule ed alla corrispondente riduzione in volume della parte libera delle foglie stesse sotto

---

(1) La prima osservazione però semplicemente macroscopica di queste zone devesi al Leduc (*Bibl. univ. de Génève*, N. 65, 1841), il quale in un caule di 8 anni noverò ben 42 anelli concentrici; da quest' osservazione l'A. trae l'ovvia conclusione non essere il numero degli anelli del legno delle Casuarinee in relazione cogli anni di età di queste.

(2) Göppert — l. c., fig. 3 e 7, pag. 749 e 750. Nella citazione relativa a questo carattere, recata dal De Bary a pag. 475 della sua Opera « Vergl. Anat. d. Vegetationsorgane d. Phan. u. Farne » è riportata la pag. 747 certamente causa una svista.

(3) Sanio — Untersunchungen ü. diejenigen Zellen des dikotilen Holzkörpers, welche ausser den Markstrahlen im Winter assimilirte Stoffe fuhren (Linnaea, 1857). — Vergleichende Untersuch. ü. die Elementarorgane des Holzkörpers (Botan. Zeit., 1863). — Vergleichende Untersuch. ü. die Zusammensetzung des Holzkörper (ibid.). — Vergleichende Untersuch. ü. den Bau, und die Entwickelung des Korkes (Pringsheim's Jahrbücher, Band II, Heft I).

(4) E. Loew — De Casuarinearum caulisfoliique evolutione et structura. — Dissertatio inauguralis botanica. — Berolini, MDCCCLXV.

forma di denti o squame; l'etimologia della parola *fillichnio* con cui l'A. designa le costole o carene dei singoli internodi, evidentemente rivela il concetto morfologico abbastanza esatto che il Loew aveva di tali formazioni. In questa sagace interpretazione l'A. era però stato preceduto dal Miquel (1) del quale molto significanti sono queste frasi: « L'intera superficie dell' internodio consta di foglie strettamente adese fra loro pei margini, per cui essa reppresenta la pagina inferiore delle foglie », e più sotto: « Gl' internodi presentano solchi provvisti in generale di peli. L'accrescimento di questi internodi mette a nudo la vera scorza nascosta sotto le foglie..., dopo il distacco di queste ». Fra le principali osservazioni del Loew annoverasi l'aver dimostrato con sufficiente accuratezza i caratteri degli stomi, la topografia di questi, nonché il singolare carattere della direzione della rima stomatica, trasversale all' asse longitudinale degli internodi. Oltre questa interessante osservazione, ed ai caratteri anatomici dello sviluppo del caule e del così detto fillichnio, i quali sono svolti in diversi capitoli, in maniera però spesso molto imperfetta, l'A. entra in uno studio particolare dei fasci fibro-vascolari, del corpo legnoso e della formazione del sughero, ed in esso rilevasi molta diligenza nelle ricerche e sagacia nelle induzioni; nelle linee generali però l'A. pressoché interamente si riferisce alle precedenti osservazioni del Göppert (rapporto al legno) e del Sanio (pel legno e periderma), che estende in parecchi punti e completa. L'A. poi dimostra la errata interpretazione data dal Göppert al parenchima legnoso, ascritto da questi come s'è detto al sistema dei raggi midollari. — L'Appendice del lavoro contiene un interessante studio sulla Classificazione delle Casuarine, la quale viene fondata sui caratteri di forma e di posizione dei fillichnii; e questa può dirsi la parte essenzialmente originale del lavoro (2).

Il lavoro del Poisson (3) è quasi esclusivamente dedicato all' organografia non solo del corpo vegetante, ma altresì delle infiorescenze, dei fiori e dei frutti delle Casuarine, nel quale studio vengono utilizzate le pubblicazioni specialmente del Miquel, del Kauffmann e di altri;

---

(1) F. A. W. Miquel — Revisio critica Casuarinarum (N. Verhand. K. Nederl. Inst., XIII, 1848). C. t. 12.

(2) Ci duole però di aver constatato che i non pochi scientifici pregi che adornano questo lavoro spesso citato dal de Bary nella classica sua Opera « Vergl. Anat. d. Vegetationsorgane d. Phan. u. Farne » siano offuscati dalle numerose deficienze che si riscontrano nella parte letteraria della pubblicazione. Anzitutto, la mancanza quasi generale di chiarezza, la frequentissima omissione dei soggetti nelle proposizioni, nonchè un uso molto difettoso dei pronomi; non mancano neppure gravi errori contro la grammatica e specialmente numerose sconcordanze nei verbi. Tutte mende queste che ne rendono in generale oltremodo difficile la lettura, molte volte oscurissimo il senso ed in taluni casi pressochè incomprensibile.

(3) J. Poisson — Recherches sur les Casuarina et en particulier sur ceux de la Nouvelle-Calédonie (Nouv. Arch. du Muséum d'Hist. Natur. de Paris; Tome X, 1871). — Avec 4 Planches.

l'A. si occupa anche e con molta accuratezza della parte sistematica, alla quale consacra la 3.ª ed ultima parte del lavoro. Per contro, la 1.ª parte, che tratta l'anatomia, non é altro che una breve raccolta di quanto é stato pubblicato prima del Poisson; l'unica osservazione originale é relativa alla genesi del sughero ove l'A. afferma che in determinati casi, nella *C. Deplancheana* e *C. crassidens*, la formazione suberosa iniziata in corrispondenza al fondo delle solcature, nel suo successivo incremento passa nel caule sotto il fillichnio, isolando completamente il fascio fibro-vascolare corticale, il quale in progresso di tempo viene poi distaccato dal caule unitamente alle foglie. Nelle 4 tavole unite al lavoro abbiamo specialmente l'illustrazione dei caratteri morfologici del corpo vegetante, dei fiori e dei frutti, e non si hanno che poche figure le quali rappresentano, in generale peró molto imperfettamente, alcuni caratteri anatomici del caule e della foglia in particolar modo delle Casuarine spettanti al tipo Neo-Caledonico (Div. *Tetragonae* s. *Gymnostomae*).

Il de Bary nella sua classica Opera (1) non apporta alcun nuovo contributo all' Anatomia delle Casuarine, peró nei singoli capitoli trovansi riportate e discusse con quel critico acume scientifico che tanto lo distingue molte osservazioni degli Autori precedenti. A pag. 267 dà una figura del decorso dei fasci fibro-vascolari, la quale, quantunque un po' troppo sinteticamente concisa, dà un'idea abbastanza chiara del detto decorso.

Il lavoro del Westermajer sul tessuto cutaneo delle piante (2) studia il tessuto epidermico delle Casuarine nonché lo sclerenchima a questo sottostante, e le sue osservazioni completano in molti punti quelle precedenti.

Il Lecomte nel suo lavoro (3) ha rischiarato alcuni punti dell' organizzazione delle Casuarine; e l'osservazione principale é indubbiamente quella riferentesi ai vasi cribrosi, i quali il Loew non poté rinvenire e che l'A. descrive con molta accuratezza.

L'Engler nella grande Opera delle famiglie Vegetali pubblicata col Prantl (4), ha riportato nella parte riguardante la famiglia delle Casuarine da lui redatta, i principali caratteri anatomici, i quali peró non sono che un semplice riassunto delle osservazioni anteriori.

---

(1) A. de Bary — Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne (Handbuch d. Physiol. Botanik, herausgegeben von W. Hofmeister; dritter Band. Leipzig, 1877).

(2) Westermajer — Untersuch. ü. den Bau u. die Funkion des pflanzlichen Hautgewebes. (Sitzungsber. d. Kgl. pr. Ak. d. Wiss., XXXVIII; 1882).

(3) H. Lecomte — Sur quelques points de l'anatomie de la tige et de la feuille des Casuarinées (B. de la Soc. Bot. de France, 1866, T. XXXIII).

(4) Engler-Prantl — Die Natürlichen Pflanzenfamilien. — Leipzig, 1887. III. Theil, 1 Abth., pag. 16-19.

Da ultimo il Ross (1) dopo aver esposte interessanti considerazioni intorno ai caratteri generali di forma e posizione delle cellule del clorenchima in relazione all' assimilazione del carbonio, e sui caratteri dello stesso tessuto in piante povere di foglie ed afille, passa allo studio del modo di sviluppo del periderma e dell' estensione di questo in piante aventi il clorenchima limitato al caule perchè afille o quasi. Fra le numerose piante esaminate dall' A. trovansi alcune specie di Casuarina, e le ricerche del Ross confermano quelle del Sanio relativamente alla genesi del periderma sotto le costole fogliari, avendo egli osservato che il fellogeno attraversa la parte liberiana del fascio fibro-vascolare corticale.

Termineremo questa rassegna coll' accennare ad un lavoro (riportato nella citata pubblicazione del Poisson) non più anatomico ma bensì fisiologico, relativo alla presenza del tannino nelle piante in discorso. Il Lépine (2) ha scoperto nella *C. equisetifolia* ricche quantità di tannino nella scorza (la quale secondo l' A. ne conterrebbe $\frac{1}{5}$ del suo peso) ed una sostanza bruna la quale, al dir dell' A., potrebbe essere utilmente impiegata per la colorazione della lana e della seta. —

Dalla precedente rivista emerge, come dianzi s'è accennato, che solo poche parti dell' organizzazione del corpo vegetante delle Casuarinee sono state accuratamente studiate, e se si eccettua il tessuto stomatico, la formazione ed i caratteri del periderma, i caratteri degli elementi costituenti il corpo legnoso ed alcune poche particolarità, nel resto osserviamo lacune più o meno rilevanti.

II.

Parte anatomica.

Cap. 1.°

Cenno morfologico.

Com' è noto le specie appartenenti al genere Casuarina presentano una curiosa analogia nell' aspetto esteriore cogli Equiseti. Costituiscono alberi ed arbusti con foglie in generale ordinate a verticilli, ognuna delle quali puossi riguardare come concrescente col caule pel tratto di un interno-

(1) E. Ross — Contribuzione alla conoscenza del tessuto assimilatore e dello sviluppo del periderma in fusti delle piante povere di foglie od afille (Nuovo Giorn. Botan. Ital.; Firenze 1889, Vol. 21).

(2) Rev. Marit. et Colon., 2 Série, Vol. XV, pag. 53.

dio (1), meno una breve porzione terminale che contraendo aderenza marginale colle altre dello stesso verticillo, costituisce la guaina; questa avvolge la base dell'internodio seguente ed al suo bordo libero si fraziona in tanti denti squamiformi piccolissimi, triangolari, ognuno dei quali rappresenta la parte apicale di una foglia (Tav. I, fig. 1). Per tale concrescenza risulta che gl'internodi dei rami appariscono costati, coll' ovvia conseguenza che le costole sono tante quante sono le foglie componenti il verticillo. Ogni internodio presentasi adunque costituito dal caule propriamente detto col verticillo fogliare con questo concresciuto; la cicoscrizione della porzione caulina sarebbe teoricamente data da una linea circolare che gira alquanto internamente al ciclo esterno dei fasci libero-legnosi.

Le foglie di un dato verticillo sono alterne con quelle del verticillo precedente e seguente, per cui i denti terminanti la guaina corrispondono ognuno ad una solcatura dell'internodio superiore. I rami sono il più delle volte verticillati e cilindrici con un numero di foglie per ogni verticillo in generale superiore a 4 e giungente talora sino a 20 (Div. *Cilindricae* s. *Cryptostomae*); meno frequentemente i rami sono sparsi o pseudoverticillati, ed i singoli verticilli fogliari si compongono di 4 membri (Div. *Tetragonae* s. *Gymmostomae*). È degna di nota la caducità dei ramuli, i quali annualmente in gran numero si sviluppano sui rami più vecchi, ed ancora in un giovane stato di sviluppo in gran parte si distaccano ogni anno dalla pianta; detti ramuli appaiono articolati ai nodi. Si comprende, come in base alla concrescenza delle foglie col caule, i fasci del cilindro centrale siano alterni con quelli esterni ed in ugual numero.

Cap. 2.°

Caratteri dell'embrione germinante in rapporto all'anatomia del caule e della foglia.

Se noi esaminiamo un embrione di Casuarina, troviamo anzitutto che i cotiledoni presentano nella loro faccia superiore numerosi stomi disposti senza ordine e coll' asse maggiore dell'apertura diretta secondo la lunghezza dei cotiledoni; questi organi sono rari nella pagina inferiore. Fra i cotiledoni osservasi la gemmetta la quale presentasi coniforme, leggermente depressa tangenzialmente ai cotiledoni e presenta un cono vegetativo molto

---

(1) Come meglio si vedrà più avanti, ciò che fa ammettere questa concrescenza è che i fasci destinati a rendersi nelle foglie, allorchè nei nodi si separano entro il cilindro centrale, escono immediatamente da questo e, pel tratto di un internodio, si innalzano percorrendo il tessuto della corteccia primaria ove corrispondono ognuno ad una costola fogliare, dopo che nel nodo soprastante entrano nella guaina e nei singoli denti fogliari.

sviluppato, alla cui sommità si riscontrano dapprima 4 piccole papille od emergenze fogliari disposte l' una rispetto all' altra ad intervalli regolari e tutte trovantesi nella stessa sezione trasversa della gemmetta, per cui sono evidentemente verticillate. A questo verticillo segue un altro pure tetramero, alquanto più sviluppato del precedente ed a papille o primordi fogliari alternati con quelli del precedente. Procedendo oltre abbiamo un terzo verticillo non più tetramero ma bensì dimero, i cui primordi sono esattamente situati sulla linea mediana di ambo i cotiledoni. Infine evvi un quarto ed ultimo verticillo, per regola il più sviluppato di tutti e formato pure da un verticillo dimero alterno col precedente. In questo modo procedendo secondo l' ordine di formazione o di fondazione dei primordi fogliari, cioè dal basso all' alto, riscontrasi un primo verticillo dimero subito soprastante ai cotiledoni coi quali è alterno, per cui è laterale rapporto al piano mediano di questi; un secondo pure dimero ma mediano, un terzo tetramero diagonale, un quarto tetramero alterno col precedente. Questa disposizione dei primordi fogliari nella gemmetta dell' embrione rendesi poi meglio evidente nelle prime fasi della germinazione, ed è singolarmente importante giacchè dimostra come la disposizione verticillata delle foglie delle Casuarine trovasi già concretata fino dalla fase embrionale secondo uno sviluppo progressivamente ascendente, perchè i verticilli più giovani sono costituiti da 4 membri, quindi il numero dei membri dei verticilli trovasi avviato ad un progressivo aumento (1).

La gemmetta consta eziandio di un cono vegetativo formato di un tessuto meristematico a cellule poliedriche più o meno regolari, nel quale anzitutto distinguesi benissimo un dermatogeno composto di cellule cubiformi provviste di un esile strato cuticolare. Le iniziali del periblema e del pleroma sono abbastanza ben distinte; le prime sono costituite da due o da tre stratificazioni cellulari, i cui elementi hanno un volume maggiore che nel pleroma, le cellule del quale poco sotto alle iniziali proprie del periblema tendono ad assumere forma lungamente prismatica molto esile, ed in esse scorgesi un attivo processo di segmentazione longitudinale pel quale producesi un meristema, da cui poi si generano i fasci libero-legnosi del cilindro centrale nonchè il tessuto fondamentale di questo: i primi si formano per la continuazione del processo di divisione longitudinale in determinati gruppi di elementi, il che dà origine a tanti cordoni di procambio; il secondo si costituisce colla cessazione del detto processo nelle cellule interposte ai gruppi precedenti.

(1) F. Morini — Anatomia del frutto delle Casuarine — Memoria 1.ª, Ricerche Anatomiche sull' Embrione. (Mem. della R. Accad. delle Scienze dell' Istituto di Bologna, Serie V, Tomo I).

I primordi meristematici delle foglie hanno forma papillare e constano di un meristema di cellule press' a poco isodiametriche. La prima origine di essi è data da un gruppo di cellule iniziali, il quale ben presto forma una prominenza emisferica e poi coniforme, costituita da poche cellule epidermiche e da elementi del sottostante parenchima in generale spettanti ai due strati più esterni; le prime, mediante soli sepimenti radiali e trasversali costituiscono la futura epidermide della foglia; i secondi mediante segmentazioni in tutti i sensi producono il parenchima ed i fasci libero-legnosi delle costole, delle guaine e dei denti. Il complesso dei diversi tessuti delle foglie si individualizza solo nei denti ovvero nelle squame fogliari e nella guaina; invece lungo gl' internodi ha luogo l' incremento comune della base tanto delle foglie che dell' internodio il quale a queste sovrasta, contingenza questa che nel suo primordio si esplica già nel meristema prodotto dalle iniziali della foglia e nella porzione a questo sottostante del meristema del caule. I due membri sono così insieme sollevati da questo incremento e non si separano l' uno dall' altro che dopo l' intero tratto di un internodio, il quale dà la misura dell' estensione dell' incremento comune e della consecutiva concrescenza del caule e della foglia.

Indotto in errore della precoce differenziazione dei fillichnii nella gemma terminale, il Loew (1) ha creduto di osservare nel meristema (archiparenchima dell' A.) del cono vegetativo una distinzione in due regioni, una periferica ed una centrale come il Sanio avrebbe descritto nell' Ephedra monostachya; la 1.ª darebbe sviluppo ai cicli di phyllichnii ed al sistema dei fasci fibro-vascolari, la 2.ª (archimidollo dell' A.) formerebbe il midollo. Resta però l' importante osservazione del Loew di avere riconosciuto il tessuto che rappresenta il meristema del pleroma, sebbene non lo abbia rettamente interpretato nel suo ulteriore sviluppo: « Ex archiparenchymate illo deorsum fasciculum cellularum cylindricarum parum extensarum horizontalibus parietibus observare licet.... (2) ».

Nelle prime fasi della germinazione ed a breve distanza dalla sommità del cono vegetativo osservasi, concomitantemente al progressivo sviluppo delle foglie, l' organizzazione dei fasci libero-legnosi; dapprima si differenziano quelli del cilindro centrale e poi quelli delle costole fogliari. La concrescenza delle foglie col caule e per conseguenza l' incremento comune di queste due specie di membri comincia già a manifestarsi a brevissima distanza dall' apice della gemmetta per l' orientazione della corrispondente porzione dei fasci (Tav. III, fig. 1); col progressivo incremento longitudinale degli internodi tale particolarità si accentua ognor più,

---

(1) l. c. pag. 8.
(2) l. c. pag. 9.

fino alla costituzione della caratteristica struttura degli internodi, la quale ora passiamo a descrivere.

Cap. 3.°

Struttura primaria.

Poco lungi (di pochi mm.) dalla sommità di un rametto sviluppato nell' anno, abbiamo che le distanze internodali sono ancora molto brevi e la struttura primaria ci si rileva con somma chiarezza. Praticando circa nel mezzo di un internodio di detta regione del ramo una sezione trasversale, osserviamo i seguenti fatti principali.

La figura della sezione è circolare con grossi e corti prolungamenti o raggi irregolarmente pentagonali che si dipartono dalla periferia, limitando fra loro delle profonde solcature. Detti raggi, i quali rappresentano la sezione trasversa delle costole fogliari caratteristiche degli internodi, sono disposti rapporto al caule in modo che una sezione longitudinale radiale li divide in due metà fra loro perfettamente simmetriche, passando attraverso lo spigolo mediano esterno ed il mezzo della superficie basale. L' epidermide della faccia esterna delle costole mostra una cuticola molto grossa ed irregolarmente scabra, presentando alla propria superficie rilevatezze papillari più o meno accentuate ed irregolari; essa componesi di cellule cubiformi (Tav. I, fig. 4 e 6) d' ordinario schiacciate nel senso tangenziale. La fig. 3 della Tav. II dimostra le punteggiature caratteristiche delle cellule epidermiche, semplici e localizzate nelle pareti trasversali radiali; nel mezzo della faccia esterna di ciascuna cellula osservasi un tubercoletto cutinoso a contorno circolare. Il contenuto in generale manca ed è sostituito da aria, e non è che in rari casi che permane qualche granulo, residuo del protoplasma che riempiva i detti elementi nel loro giovane stato. Dalla faccia esterna portandoci alla faccia laterale delle costole, lo strato cuticolare si assottiglia ognor più finchè diventa esilissimo e si continua con quello delle solcature, mentre le singole cellule tendono ad allungarsi secondo il raggio dell' internodio.

Questa faccia laterale è particolarmente importante perchè è in essa che risiedono gli stomi (Tav. III, fig. 4). Com' è noto già per le ricerche del Loew (1), la fessura stomatica è diretta trasversalmente all' asse maggiore del caule e per ognuna di dette faccie laterali osservansi due e più spesso tre serie longitudinali di stomi. Conseguenza di tale direzione è che nella sezione trasversale degli internodi, le cellule stomatiche appaiono

(1) l. c., pag. 35.

viste dall' alto, cioé secondo la loro faccia laterale, e quindi pel diametro maggiore dell' apertura stomatica (Tav. I, fig. 6; Tav. III, fig. 2 e 9). L'orientazione trasversale delle cellule stomatiche é accompagnata dallo stesso fatto nelle cellule epidermiche contigue od intercalate agli stomi, il cui asse maggiore d' incremento é appunto trasverso.

Gli stomi di una serie sono alterni con quelli della serie adiacente, come vedesi dalla fig. 4 della Tav. III. Questa figura, la quale rappresenta una sezione longitudinale di un internodio, parallela alla superficie laterale di una costola fogliare e giungente solo poco oltre il fondo della solcatura corrispondente, mette in rilievo l' epidermide della faccia laterale della costola stessa unitamente agli stomi, la sua continuazione in quella che riveste il fondo della solcatura, nonché tratto del parenchima a quest' ultima sottostante; nella sezione, i peli filamentosi emanati dal fondo della solcaltura ricuoprono l' intera superficie laterale della costola, ma nella figura onde meglio porre in evidenza i caratteri degli stomi, sono stati disegnati solamente in basso ed isolatamente. La dimensione degli stomi é alquanto minore di quella delle cellule epidermiche ciconvicine, come per solito si verifica; la forma é press' a poco l' ordinaria ed i singoli stomi di ciascuna serie sono fra loro separati da una o due cellule epidermiche piú o meno regolarmente rettangolari, il cui grande asse, come s' é detto, é parallelo a quello delle cellule stomatiche, le quali sono notevolmente convesse nella loro superficie libera, per cui costituiscono tante prominenze elittiche sulla superficie dell' epidermide (Tav. III, fig. 7).

La membrana delle due cellule stomatiche nel punto di contatto o di concrescenza delle estremitá, nonché alla faccia interna di quelle, presentasi ingrossata; questi due ingrossamenti sono fra loro pressoché indipendenti e non si ha che un angusto tratto, una specie di istmo che insieme li collega (Tav. III, fig. 6). Se in tale punto é avvenuta un' interruzione completa nella cuticularizzazione, ovvero ha avuto luogo solo una poco accentuata metamorfosi in cutina nella relativa porzione di membrana, non fu dato di stabilire con esattezza. L' anzidetto ingrossamento della faccia interna delle cellule stomatiche fa prominenza nella fessura dello stoma, sotto forma di una cresta lineare tenuissima.

La camera ipostomatica la quale sembra essere stata riconosciuta dal Loew (1), é discretamente ampia ed ha forma elissoidale come vedesi dalla fig. 5 della Tav. III in cui scorgesi lo strato piú esterno del clorenchima visto di faccia ed in posizione normale, cioé colle cellule dirette trasversalmente all' asse longitudinale del caule. Il contenuto delle cellule

---

(1) l. c., pag. 35.

stomatiche è dato da un plasma granuloso contenente buon numero di cloroplasti.

Riguardo allo sviluppo degli stomi anzitutto abbiamo riconosciuto che le cause strumentali della direzione trasversale delle cellule stomatiche e degli elementi epidermici a quelle intercalate, sono date negli internodi e nelle guaine dal precoce sviluppo delle costole fogliari in direzione del raggio; nei denti che alle guaine soprastanno, sono determinate dallo stesso fatto ma in direzione della tangente. Lo sviluppo degli stomi avviene in un modo semplicissimo; la cellula madre di questi si costituisce mediante una bipartizione delle cellule epidermiche in due elementi figliali press' a poco dello stesso volume; il che ha contribuito a rendere difficile la sicura constatazione se la cellula madre era rappresentata dalla cellula superiore od inferiore, mentre è noto che quando la disposizione degli elementi epidermici è longitudinale, è la cellula superiore quella che costituisce l' elemento materno dello stoma. Da questa fase, lo sviluppo ulteriore dello stoma non presenta alcuna differenza meritevole di essere accennata. Notasi solamente che la camera sottostomatica si differenzia completamente solo dopo qualche tempo dacchè lo stoma ha raggiunto il suo intero sviluppo.

Dalla regione degli stomi procedendo nel fondo delle solcature, si ha che le cellule epidermiche diventano molto piccole, cubiformi e sono rivestite da una cuticola molto esile (Tav. I, fig. 6). Da esse hanno origine numerosi peli, i quali possono denominarsi *intercostali* onde distinguerli da altri peli che frequentemente si osservano, proprii della più giovine età degli internodi e che rivestono l' esterna faccia delle costole, i quali perciò diconsi *costali* (Tav. I, fig. 7, 8, 9). I peli intercostali (Tav. I, fig. 4, 6, 7; Tav. III, fig. 4) distinguonsi perchè sono lungamente filamentosi ed in generale fanno sporgenza all' infuori delle solcature; per solito sono ramificati in due filamenti all' incirca uguali, mediocremente rigidi, il più delle volte septati, ed in corrispondenza al setto sono alquanto rigonfiati, per cui qui appariscono articolati; inoltre si presentano alquanto appiattiti parallelamente alla superficie delle costole e la membrana loro è molto grossata.

Immediatamente sotto all' epidermide della faccia esterna delle costole fogliari, abbiamo un ipoderma il quale sotto forma di uno strato piuttosto sottile in corrispondenza agli spigoli laterali di dette costole, mano mano s'ingrossa finchè contro il piano mediano di queste aumenta tanto in spessore da costituire una lamina che si addentra secondo il senso radiale nell' interno della costola fino alla base di questa (Tav. I, fig. 4, 6). Tale ipoderma è formato da cellule sclerenchimatiche allungate secondo l' asse maggiore del caule, più o meno regolarmente prismatiche e ad estremità più o meno acuminate; molte volte notansi, commiste alle precedenti, delle cellule omo-

loghe molto più lunghe e colle porzioni terminali molto assotigliate. Questi elementi hanno la parete assai ingrossata talora fino all'occlusione della cavità, e sono insieme strettamente riuniti in modo da non lasciare alcun meato; qua è là osserviamo delle cellule la cui membrana non partecipa al rilevante ingrossamento ora indicato, ma mostrasi sottile e conserva più a lungo un residuo di contenuto protoplasmico (Tav. I, fig. 6; Tav. III, fig. 2). Questo particolare ipoderma formato da fasci o da cordoni di fibre sclerenchimatiche, è interessante anche perchè riscontrasi raramente nelle Dicotiledoni.

Ai lati della lamina ipodermica predetta osservasi il parenchima verde, il quale in corrispondenza alla faccia esterna è separato dall'epidermide mediante un sottile strato ipodermico, e nelle faccie laterali è in immediato contatto coll'epidermide e cogli stomi. Ciascuna costola fogliare contiene due grossi cordoni di clorenchima schiacciati lateralmente, i quali dal livello dell'epidermide delle solcature, ovvero dalla linea basale della costola ove mostrano superficie piana, si avanzano radialmente ed all'infuori, però incurvandosi leggermente in direzione degli spigoli laterali delle costole, giacchè la direzione radiale del loro incremento tende a mantenersi parallela alla faccia laterale delle costole stesse, le quali sono più larghe esternamente che in prossimità alla solcatura (Tav. I, fig. 4, 5, 6; Tav. III, fig. 2). — Così definita la topografia di ciascun cordone verde nelle costole, molto inesattamente lo Schube (1) ha asserito che il tessuto verde è situato attorno alle solcature; infatti il parenchima situato sotto l'epidermide del fondo dei solchi è perfettamente aclorofillaceo.

Il parenchima verde che il Loew assai incompletamente descrive (2), si compone nel più dei casi di tre stratificazioni cellulari i cui elementi più o meno lungamente prismatici hanno l' asse maggiore parallelo alla direzione radiale dei cordoni clorenchimatici. Il diametro longitudinale delle cellule decresce dall' esterno all' interno ed i singoli elementi di ogni strato tendono a disporsi come a ventaglio, orientazione questa necessaria conseguenza dell' accennata piccola deviazione dalla direzione rigorosamente radiale mostrata dai cordoni verdi (Tav. I, fig. 4, 6). La membrana delle cellule clorenchimatiche è esilissima ed il contenuto è dato da un plasma finamente granellare nel quale si trovano numerosi e minuti cloroplasti tondeggianti ed appiattiti; il nucleo è piuttosto piccolo, tuttavia rendesi bene visibile col verde di metile acetico. Dette cellule non lasciano alcun meato fra loro eccettochè nella stratificazione situata sotto gli stomi ove formano la camera ipostomatica.

---

(1) Schube — Beiträge z. Kenntniss d. Anatomie blattarmer Pflanzen — Inaug. Diss., Breslau, 1885.

(2) l. c., p. 35.

Il clorenchima nella sua parte basale è in rapporto con una stratificazione di cellule press' a poco isodiametriche, le quali lateralmente si continuano collo strato di parenchima immediatamente sottostante all'epidermide delle solcature, e nel mezzo delle costole sono in rapporto col margine interno della lamina raggiante di sclerenchima; questi elementi sono ricchi di plasma, mostrano un grosso nucleo e mancano di cloroplasti. Una tale stratificazione può congruamente denominarsi *ipoclorenchima.*

Alla faccia interna delle singole costole trovasi il fascio libero-legnoso ad ognuna di queste appartenente (Tav. I, fig. 3, 4, 5, 6). Detto fascio ha la forma un po' triangolare coll'apice rivolto verso l'asse dell'internodio e colla base concava la quale è occupata da fibre sclerenchimatiche notevolmente allungate, costituenti uno strato diretto tangenzialmente all'internodio stesso. La parte liberiana costituisce la porzione maggiore del fascio e si compone di parenchima liberiano a cellule prismatiche, fra le quali si notano, senz' ordine radiale nè tangenziale, scarsi elementi a calibro un po' maggiore, i quali sono i vasi cribrosi; questi non sono visibili che nelle sezioni longitudinali radiali delle costole e coll' uso dei reagenti appropriati. Detti vasi, intorno alla cui presenza il Loew dimostrasi incerto (1), hanno i setti trasversi alquanto inclinati sulle pareti longitudinali, colla ben nota struttura dei setti cribrosi che accompagna questa disposizione; stante forse la loro grande piccolezza, non venne fatto di constatare con sicurezza la presenza delle cellule annesse. Lo xilema occupa un' angusta porzione circoscritta al margine interno del fascio ed è formato principalmente da vasi spirali commisti a scarso parenchima legnoso costituito da cellule tendenti ad assumere forma prismatica; nella parte più interna del fascio con un rilevante ingrossamento nella parete, gli elementi di questo parenchima presentano punteggiature semplici circolari le quali non poche volte tendono a disporsi in direzione spirale.

Lateralmente ad ognuno dei fasci ora descritti trovasi costantemente una o due serie di cellule speciali, le quali per una parte sono in rapporto col margine laterale del fascio, per l' altra toccano lo strato ipoclorenchimatico; negli altri punti sono in rapporto col parenchima corticale ambiente. Contro queste cellule vanno a terminare le numerosissime e brevissime ramificazioni laterali di ciascun fascio corticale. Tali cellule hanno un volume press' a poco uguale a quello degli elementi parenchimatici adiacenti; la loro parete flessuosa, provvista di sinuosità e di spigoli, mostrasi alquanto ingrossata e presenta numerose punteggiature semplici e rotonde irregolarmente profuse. Questi singolari elementi

---

(1) l. c., p. 32.

decorrono pressoché non interrottamente ad ambo i lati del fascio costituendo quivi una fila longitudinale semplice o doppia. Queste cellule punteggiate, la cui importanza verrà discussa allorché studieremo i diversi sistemi anatomo-fisiologici dei tessuti, corrispondono alle *cellule inspessite del parenchima della foglia* del Loew (1), le quali evidentemente appartengono al sistema del parenchima fondamentale; il Loew a questo riguardo é incerto e non esclude la probabilità che esse possano appartenere al sistema dei fasci fibro-vascolari.

Il parenchima corticale che connette le foglie al cilindro centrale consta di cellule grandi press' a poco isodiametriche a parete un po' ondulata e qua e là con meati intercellulari. In corrispondenza alle solcature gli elementi parenchimatici sono piccolissimi ed appena più grandi delle cellule epidermiche soprastanti; e, può dirsi senza alcuna transizione intermedia, fanno passaggio alle grandi cellule circostanti. Il contenuto di detti elementi é plasma poco denso, nucleato e provvisto di piccoli cumuli granulosi ed irregolari. (Tav. I, fig. 4, 6).

Il detto parenchima ci conduce alla zona dei fasci fibro-vascolari interni o proprii del caule, i quali sono alterni coi precedenti e costituiscono tanti cordoni a sezione trasversa ovale, rivestiti esternamente da un arco di fibre sclerenchimatiche identiche a quelle annesse ai fasci corticali ed evidentemente di origine periciclica. La parte liberiana è molto sviluppata e contiene oltre al parenchima un numero alquanto più rilevante di vasi cribrosi in confronto ai fasci corticali. Il legno componesi di numerosi vasi spirali, di rado annulari, aventi calibro maggiore dei fasci precedenti, nel resto i caratteri sono gli stessi; al suo bordo interno riscontransi alcune cellule fibriformi analoghe a quelle esterne pericicliche, però un po' più corte. (Tav. I, fig. 4, 6, 10). La zona meristematica intermedia al libro ed al legno, residuo del procambio e destinata a costituire la zona cambiale, é più sviluppata che nei fasci corticali.

Stante forse il notevole e rapido incremento intercalare che subiscono gl' internodi, l' endoderma non poté osservarsi distintamente sí per l' assenza dei speciali caratteri fisici e chimici della membrana, che pel contenuto e la forma degli elementi.

Fra i singoli fasci del cilindro centrale trovansi i raggi midollari primari formati da cellule alquanto più piccole di quelle del parenchima corticale, e conducenti al tessuto midollare i cui elementi sono pressoché globulosi, a membrana uniformemente sottile, e possedono meati intercellulari bene visibili. Più di rado nel tessuto midollare, ma più specialmente nel parenchima corticale in vicinanza ai fasci del cilindro, os-

---

(1) l. c., p. 13, 14.

serviamo cellule cristallifere, la cui cavità è quasi totalmente occupata da un grosso cristallo di ossalato calcico, appartenente al sistema del prisma diritto a base quadrata; detti cristalli sono il più delle volte circondati da un esile strato di plasma, residuo dell' idroleucite nel cui seno si sono prodotti.

Studiata così la struttura primaria degl' internodi, ricerchiamo ora quei ramuli in cui è già avvenuto un notevole incremento longitudinale per cui ivi preparansi i primordi della struttura secondaria. La fig. 2, della Tav. I, rappresenta una figura teorica di una sezione trasversa di un internodio del diametro di circa 1 millim. e della lunghezza di millim. 12 circa, colla struttura primaria già bene differenziata. La fig. 3, della stessa Tavola, mostra una sezione trasversa pure schematizzata dello stesso ramo, ma in corrispondenza alla guaina fogliare. La fig. 5, infine, é schematica solo nella zona esterna ai fasci del cilindro centrale dell' internodio e dimostra sommariamente la struttura di questi, la quale è poi chiaramente manifesta nella fig. 1, della Tav. II.

Anzitutto vedesi che l'arco di sclerenchima periciclico è molto più sviluppato che nei fasci corticali e le fibre hanno membrana considerevolmente ingrossata. Il libro presenta un parenchima piuttosto abbondante, nel quale stanno sparsi vasi cribrosi; le cellule caratteristiche a questi annesse sono visibili un po' meno oscuramente che nei fasci corticali: la zona più interna di esso é composta di elementi prismatici a sezione rettangolare, col grande diametro diretto tangenzialmente, i quali sono reciprocamente disposti in serie radiali e tangenziali e fanno transizione alla zona cambiale dai cui elementi provengono direttamente per divisioni tangenziali. Nei fasci in questione il cambio ha già cominciato a funzionare ed ha prodotto alcuni vasi secondari punteggiati di grande calibro, i quali si aggiungono ai vasi spirali, più di rado annellati del protoxilema; le punteggiature sono insieme piuttosto densamente avvicinate, e sono areolate, il contorno esterno é ovale e corrisponde alla porzione di membrana non inspessita, l' interno é ellittico od in forma di fessura diretta un po' obliquamente ed aprentesi nella cavità del vaso stesso. Oltre al solito parenchima legnoso, intercalati agli elementi vascolari ora descritti, notasi la formazione di tracheidi punteggiate che studieremo più minutamente nella parte riferentesi al legno secondario, del quale formano la massa principale. Questi fasci presentano un notevole sviluppo ancora nel senso tangenziale per cui sono l' uno all' altro grandemente avvicinati ed i raggi midollari appariscono per ciò molto angusti.

La fig. 2, della Tav. II, rappresenta una sezione longitudinale dell' internodio ora studiato, peró non precisamente radiale, ma bensì parallela alle faccie laterali delle costole e condotta all' incirca nel mezzo del clo-

renchima. Per tale orientamento della sezione, questa comprende procedendo dall' esterno all' interno, l' epidermide della costola fogliare, lo sclerenchima sottostante, il palizzata, la stratificazione ipoclorenchimatica, le fila o cordoni di cellule punteggiate annesse ai fasci corticali, il parenchima corticale interposto fra queste ed il cilindro centrale ed infine un fascio di questo e la parte periferica del midollo. S' intende che il fascio corrispondente delle costole non può essere compreso nella sezione perchè situato nel piano mediano di ciascuna costola; inoltre, il fascio del cilindro centrale non è tagliato rigorosamente nel senso radiale, tuttavia la sezione reca quanto basta per dare un' adeguata idea della sua struttura.

Il ciclo delle porzioni fogliari aderenti al caule in corrispondenza al nodo immediatamente superiore rendesi libero e costituisce la *guaina.* (Tav. I, fig. 3; Tav. III, fig. 2). La porzione costata di questa non presenta alcun carattere anatomico diverso da quello delle costole degl' internodi, delle quali essa è la diretta continuazione; lo stesso dicasi dei fasci fogliari, dell' epidermide, delle solcature e del parenchima interno alle costole. La faccia interna della guaina è rivestita da un' epidermide composta di piccole cellule quadrangolari, depresse nel senso tangenziale, colla parete esterna ricoperta da una cuticola mediocremente grossa; in detta faccia interna fino circa alla base della guaina si osservano due serie di stomi che poi si continuano nelle due righe stomatiche di ciascun dente. In alcuni casi osservansi fra lo sclerenchima foggiato a lamina delle costole e quello dei fasci fogliari, le speciali cellule punteggiate già descritte, le quali coadiuvano la funzione degli stessi elementi laterali ai fasci ai quali sono uguali. (Tav. III, fig. 2). Immediatamente aderente all' epidermide della faccia interna della guaina, trovasi uno strato continuo composto di fibre sclerenchimatiche molto più esili di quelle delle costole e densamente stipate fra loro. La fig. 3, della Tav. III, che rappresenta una sezione longitudinale della guaina condotta secondo il piano mediano di questa, completa la cognizione della fig. 2, della stessa Tavola.

I denti fogliari emergono dal margine della guaina come formazioni triangolari, separate le une dalle altre da un breve tratto quasi rettilineo del bordo libero della guaina stessa, come mostra la qui unita figura schematica ΛΛΛ; quindi fino dai primordi del loro sviluppo i denti stessi nascono distinti, separati gli uni dagli altri. Nella regione della guaina corrispondente alle solcature osserviamo in alto nel suo margine libero una particolarità strutturale molto importante; mentre la stratificazione sclerenchimatica interna della guaina qui è già scomparsa, il tessuto situato fra le due epidermidi nel fondo dei solchi conserva i caratteri parenchimatici nella maggior parte della lunghezza della guaina (Tav. III,

fig. 2) ed in prossimità al margine separante le basi dei denti fogliari, si converte in uno sclerenchima a fibre allungate nel senso trasversale da una costola all' altra, il quale va sempre più differenziandosi più si procede verso detto bordo libero, ove occupa tutto lo spazio fra l' epidermide esterna ed interna. Componesi di lunghe fibre a parete molto ingrossata provvista di scarse e minute punteggiature semplici e lineari, densamente insieme collegate e tese da una costola all' altra; tutte sono alquanto incurvate colla convessità rivolta verso la base della guaina ed il loro apice trovasi incastrato fra le fibre sclerenchimatiche longitudinali delle costole, i quali elementi in questa regione cominciano a manifestare la disposizione caratteristica che si riscontra nei denti fogliari. L' epidermide che riveste le dette fibre trasversali non partecipa alla sclerosi del tessuto ad essa sottostante; e vista di faccia notasi che i suoi elementi sono disposti, in tutta la regione occupata dalle fibre, in tante serie trasversali incurvate parallelamente alle fibre stesse.

Il bordo libero della guaina termina come s' è detto nei denti fogliari. Procedendo in alto, in questi osservasi il fatto importante che le cellule del clorenchima, le quali nelle costole e nella guaina conservano i caratteri del tessuto a palizzata, vanno sempre più accorciandosi, finchè in corrispondenza a circa poco oltre la metà del dente stesso, le cellule clorenchimatiche diventano isodiametriche e nel loro complesso formano due cordoni cilindroidi per ogni dente, fra i quali è completamente scomparsa la lamina radiale di sclerenchima, caratteristica delle costole, ed in sua vece si ha un semplice fascio di tracheidi avvolti da qualche cellula parenchimatica allungata. (Tav. III, fig. 9, 10). Circa verso la metà della lunghezza del dente fogliare, scompare l' ipoderma sclerenchimatico interno, nonchè il parenchima della faccia interna della guaina, per cui il tessuto verde trovasi immediatamente aderente all' epidermide interna, la quale è provvista di stomi disposti costantemente lungo la linea mediana in due righe longitudinali loro parallele ed aventi la solita orientazione della fessura stomatica. (Tav. III, fig. 8). In questa figura, l' angusta striscia mediana od interstomatica disegnata con una mezza tinta, denota l' unico fascio di tracheidi del dente stesso. Nei denti fogliari gli stomi sono esclusivamente localizzati nella faccia interna, che corrisponde alla pagina morfologicamente superiore. Praticando una sezione trasversa di un dente sempre alla metà della sua lunghezza, come si ha appunto nella fig. 9, della Tav. III, vedesi altresì come lo sclerenchima dorsale acquista uno sviluppo preponderante pel suo spessore, sebbene in esso, come si è detto, sia andata gradatamente soppressa la lamina mediana o radiale. Specialmente lungo il margine laterale dei denti si riscontrano peli filamentosi i quali hanno per solito forma molto singolare; sono

ramificati a racemo, coi rami disposti tutti in un piano, che è parallelo alla superficie dell'internodio, e sullo stesso senso sono appiattiti; i ramuscoli terminali il più delle volte sono ripiegati più o meno manifestamente ad uncino, per cui nella gemma i denti applicati al cono vegetativo di questa, si trovano insieme strettamente congiunti pei margini causa il resistente intreccio che si stabilisce fra i loro peli marginali. Il clorenchima ed il fascio di tracheidi terminano a breve distanza e quasi allo stesso livello dell' apice del dente, la cui porzione terminale appare semplicemente costituita dalle due epidermidi formate di cellule molto allungate secondo il diametro longitudinale del dente, con frapposto un po' di sclerenchima; il fascio di tracheidi si assottiglia ognor più, mantenendosi però sempre unico, finchè si riduce a poche tracheidi accompagnate da cellule lunghe a membrana sottile, coi quali elementi ha termine il fascio.

Completata l' anatomia degli internodi, nonchè delle guaine e dei denti fogliari, passiamo ora allo studio dello sviluppo degli internodi e dei nodi, argomento questo che ci spiega la concretazione di alcune forme di tessuti e che eziandio si collega colla ricerca del decorso longitudinale dei fasci.

Sezionato trasversalmente un internodio trovantesi a breve distanza dalla gemma terminale e quindi molto breve ed in via di un rigoglioso incremento longitudinale, subito sopra la sua emersione dal nodo sottostante, osserviamo che i tessuti di cui si compone sono tutti giovanissimi ed in massima parte allo stato di meristema. (Tav. I, fig. 7, 8). Anzitutto le costole sono appena appariscenti e la prima origine del clorenchima è data da un unico piano cellulare continuazione dello strato di elementi sottostanti all' epidermide delle solcature. Gli elementi del detto strato, il quale è interrotto nel mezzo di ogni costola (nella parte cioè ove si avanzerà la lamina radiale di sclerenchima), colla successiva differenziazione delle costole si allungano nel senso radiale e tendono a disporsi nel modo più sopra descritto dando così gradatamente origine alla disposizione definitiva che assumeranno i cordoni clorenchimatici bene evoluti. Ciascuna di queste cellule si segmenta per lo più due volte all'incirca parallelamente alla superficie interna dei cordoni verdi, la quale in seguito sarà adiacente allo sclerenchima radiale della costola; le cellule figliali di ciascuna segmentazione tendono pure ad allungarsi nel senso radiale, per cui gradatamente innalzandoci nell'internodio troviamo infine concretato il parenchima verde adulto. Contemporaneamente a questa evoluzione del clorenchima, accompagnata da una concomitante differenziazione del contenuto dei suoi elementi, la quale pure progredisce mano mano si procede in alto nello stesso internodio, il tessuto intermedio ai due cordoni verdi di ciascuna costola a poco a poco si cangia nello sclerenchima già descritto (seguendo sempre

lo stesso ordine basipeto), per l' allungamento dei suoi elementi, l' ingrossamento della parete e l' apparizione degli altri caratteri già indicati. Dalla linea di emersione dell' internodio dal nodo sottostante progredendo in alto verso la gemma terminale, abbiamo che già a brevissima distanza da questo nodo, i singoli tessuti delle costole hanno raggiunta la loro definitiva differenziazione.

Il fondo della solcatura è rivestito da numerosi tricomi filamentosi, molto esili, a membrana sottile e con contenuto protoplasmatico; questi tricomi alquanto più in alto nell' internodio formano i peli intercostali più sopra studiati. Alla superficie esterna delle giovani costole e subito sopra al nodo sottostante, osservasi una seconda forma di peli a filamento corto e grosso, irregolarmente ramificato e provvisto di membrana molto inspessita; i rami sono molto brevi, rigonfia i ed irti di papille acute. Questi peli *costali* sono portati da un peduncolo robusto, septato trasversalmente una volta o due, mediante il quale si inseriscono nell' epidermide della faccia esterna delle costole; talora hanno forma irregolarmente ovoide, con alla superficie numerose rilevatezze emisferiche coperte da papille spinose. Inoltre, si presentano appiattiti tangenzialmente alla superficie degl' internodi e le loro ramificazioni spinose sono di gran lunga più sviluppate e predominanti ai margini laterali, per cui alla base di ciascun internodio, ove essi sono molto numerosi, si toccano reciprocamente, si addentellano colle loro papille spinose e formano tante specie di striscie o lamine addossate a ciascuna costola. Detti tricomi scompaiono un po' più in alto, perchè si distaccano, ma in tale regione le costole si trovano già abbastanza bene sviluppate.

Le speciali cellule punteggiate che accompagnano i fasci fogliari, non si differenziano che allorquando le costole hanno raggiunto un notevole grado di sviluppo. Il parenchima corticale in tale giovane stato componesi di cellule tondeggianti, ricchissime di plasma; moltissime di esse contengono un grosso cristallo di ossalato calcico cristallizzato nel modo più sopra descritto. La differenziazione dei fasci corticali e del cilindro centrale precede costantemente quella delle costole fogliari.

Eseguendo una sezione trasversa immediatamente sotto alla linea di emersione degl' internodi che hanno servito per lo studio precedente, osserviamo la graduale scomparsa di qualunque traccia di costole, e la base dell' internodio superiore si confonde completamente nel nodo sottostante. Tuttavia, in seno a questo possiamo riconoscere i primordi della fondazione dell' internodio soprastante, nonchè delle costole fogliari a questo annesse, stante la differenziazione ivi avvenuta dei fasci corticali e di quelli del cilindro centrale. Le fig. 4, 5, 6, 7, 8, della Tav. II, dimostrano abbastanza chiaramente questi fatti.

Da quanto precede è ovvio indurre che ciascun internodio ha un incremento intercalare basipeto, ed i suoi primordi si concretano nel nodo sottostante.

Lo studio dello sviluppo internodale ci conduce a quello del decorso longitudinale dei fasci nella struttura primaria delle Casuarinee. Ogni internodio contiene due cicli di fasci: l' esterno appartiene alle costole e rappresenta i fasci corticali, l' interno al cilindro centrale; il primo è continuazione del ciclo di fasci del cilindro centrale dell' internodio sottostante, l' altro diramasi nel modo che ora studieremo dalla porzione terminale di questi ultimi.

Ed ora come avviene la costituzione dei due cicli di fasci di un dato internodio, dai fasci del cilindro centrale sottostante? In un modo molto semplice. Anzitutto conviene premettere che per questo studio si prestano bene le porzioni terminali dei giovani rami, le quali hanno le distanze internodali assai brevi; nel tempo stesso siccome nei nodi dei detti rami i fasci sono ancor formati di meristema procambiale meno specialmente nel loro margine interno ove comincia il primo sviluppo dei vasi spirali, l' ordine della differenziazione del fascio nei suoi elementi massime vascolari, lascia riconoscere eziandio l' ordine dell' incremento intercalare degl' internodi stessi. Ogni fascio del cilindro centrale nel nodo soprastante si tripartisce (Tav. II, fig. 6) nel senso radiale incominciando dal suo margine interno; la porzione mediana continua il suo cammino, ripiegasi alquanto all' infuori ed entra nelle costole fogliari; le due porzioni laterali si riuniscono e si fondono ognuna col ramo omologo contiguo emanato dall' altro fascio vicino. I nuovi fasci così formati (Tav. II, fig. 7, 8) sono alterni coi precedenti e si addentrano alquanto nel midollo descrivendo una leggiera curva avente la convessità verso l' asse del caule, per poi innalzarsi nel cilindro centrale dell' internodio superiore.

Riguardando nel suo tratto generale e caratteristico il decorso longitudinale dei fasci libero-legnosi, abbiamo nel cilindro centrale una regolare concatenazione simpodica di fasci caulinari; le traccie fogliari quivi mancano, qualora non vogliasi ascrivere ad esse il brevissimo tratto di decorrenza nel cilindro centrale del ramo mediano semplice dall' emersione di questo in seguito alla ramificazione della porzione terminale superiore di ciascun fascio del cilindro centrale, fino alla sua entrata nelle costole dell' internodio soprastante. Ciascun asse del simpodio non ha unità di origine, inquantochè non si dirama da un unico fascio precedente, ma bensì è il risultato dell' anastomosi di due rami contigui già descritta. Riassumendo, se noi consideriamo i fasci nell' intero loro decorso dalla prima origine nel nodo fino all' ultima terminazione, si ha che ciascuno di essi percorre due internodi, nel primo di questi costituiscono

i fasci del cilindro centrale, nel secondo quelli corticali, i quali poi si prolungano nella guaina e nei relativi denti.

Il Loew (1) accenna con qualche estensione al decorso dei fasci ed ha bene riconosciuto l' incontro e l' anastomosi dei fasci corticali con quelli proprii del caule, allorché quelli nel nodo sottostante si ripiegano nel cilindro centrale; non é peró in modo egualmente chiaro indicata la prima origine dei fasci del cilindro centrale e la concomitante differenziazione dei fasci corticali nella stessa zona trasversa del nodo.

Per completare lo studio della struttura primaria, conviene accennare al modo di inserzione dei fasci dei ramuli sui rami di ordine precedente. La fig. 1, della Tav. III, aiuta a comprendere questa contingenza. Essa rappresenta una sezione longitudinale di una gemma ascellare unitamente alla foglia ascellante, tale sezione é condotta secondo il piano mediano di quest' ultima; in essa rilevasi la disposizione e decorrenza dei fasci nella gemma, nonché l' inserzione di questi entro l' asse generatore. I fasci del cilindro centrale della gemma alla base di questa si fondono in un fascio unico avente un ristretto midollo nel mezzo; detto fascio resta indipendente da quello della foglia ascellante ed entra tosto nel cilindro centrale dell' asse generatore, insinuandosi quindi fra i due fasci laterali al fascio della foglia ascellante coi quali si anastomizza.

Cap. 4.°

Struttura secondaria.

Accenniamo ora ai fatti principali relativi alla genesi ed alla caratteristica della struttura secondaria.

Già fino dal primo anno costantemente s' inizia la formazione secondaria del legno e del libro e spesso altresí quella del periderma, i primordi del quale peró si concretano per solito non già contemporaneamente ma bensí un po' piú tardi.

Praticando una sezione trasversa di un ramo avente il diametro di circa 16 mm., come si ha nella fig. 2 della Tav. IV, troviamo una corteccia bene sviluppata e la costituzione di scompartimenti legnosi limitati da raggi midollari principali, grossi, i quali si continuano nella corteccia. Nel centro, questi raggi confluiscono tutti nel midollo, il quale mostrasi assai ridotto in volume ed é circoscritto da un' angusta e densa zona rappresentata dall' astuccio midollare.

(1) l. c., p. 15, 16.

Periderma. — La prima origine del periderma ha luogo costantemente nello strato parenchimatico immediatamente sottostante all' epidermide delle solcature, il quale dà origine al *fellogeno*. La formazione di questo strato generatore avviene in generale contemporaneamente sotto ciascuna solcatura di un dato internodio; però nei rametti disposti orrizzontalmente abbiamo non di rado notato che il fellogeno formasi qualche tempo prima nei solchi situati nella faccia superiore dei rami stessi; come é noto, per molti altri casi, la luce accelera la formazione dei primordi del sughero.

In seguito a segmentazioni tangenziali centripete si costituisce il primo sughero, il quale é formato di cellule appiattite insieme strettamente aderenti ed a membrana molto sottile, il cui complesso risulta costituito di serie tangenziali e radiali. Col procedere della formazione del sughero, l' epidermide soprastante viene sollevata ed infine lacerata unitamente al primo strato di sughero formato; le cellule suberose a questo immediatamente sottostanti messe così a nudo, tendono ad assume figura pentagonale poliedrica ed a disgiungersi l' una dall' altra. Mentre queste cellule vengono così eliminate, il fellogeno forma nuovi strati di elementi suberosi, per cui lo spessore del sughero resta sensibilmente il medesimo (Tav. IV, fig. 4). Si hanno dunque fatti in molti punti analoghi a quanto si riscontra nelle lenticelle. — A questa fase, negl' internodi osserviamo tante righe longitudinali giallo-brunastre, corrispondenti ognuna ai solchi intercostali, e date appunto dalla formazione suberosa; le costole fogliari sono ancora anatomicamente intatte, però per l' incremento in spessore del caule si trovano considerevolmente stirate nel senso tangenziale, sono allontanate l' una dall' altra dall' intermedia formazione suberosa mentre l' internodio va aumentando in grossezza, e le loro pareti laterali dapprima perpendicolari o quasi alla superficie dell' internodio si mostrano notevolmente inclinate su questa in seguito allo stiramento della base delle costole stesse, per cui esse formano insieme angoli molto ottusi (Tav. IV, fig. 6).

Dopo un breve intervallo dacché si é iniziata la formazione del sughero, nel fellogeno incominciano a manifestarsi eziandio segmentazioni tangenziali centrifughe, per cui si sviluppa il felloderma, il quale, dapprima costituito da pochi strati cellulari, incomincia ad assumere uno spessore alquanto accentuato, allorché le costole fogliari vanno distaccandosi. Le cellule del giovane felloderma, il quale si aggiunge al parenchima corticale primario, conservano per molto tempo la loro disposizione tangenziale e radiale e nel loro interno osservansi dei cloroplasti. Già nel 2.° anno di vita dei rami, in qualche elemento del felloderma in corrispondenza al fondo delle solcature notasi la metamorfosi in stereidi aventi membrana molto ingrossata e percorsa da numerose punteggiature semplici; queste cellule hanno forma ovoidale allungata ed il loro diametro maggiore é diretto tangenzial-

mente all' internodio (Tav. IV, fig. 4). Più internamente a queste stereidi riscontransi altri elementi stereomatici a parete inspessita fino quasi alla totale obliterazione della cavità ed attraversata da numerosi canalicoli (Tav. IV, fig. 4); a queste cellule aventi press' a poco la stessa forma delle precedenti, molte volte si appongono internamente fasci di sclerenchima fibroso, il quale confina col libro dei fasci del cilindro centrale.

Col progredire dello sviluppo del ramo, gli archi della stratificazione generatrice subero-fellodermica non restano circoscritti attorno al fondo della solcatura, ma bensì incominciano ad estendersi lentamente ai lati, finchè si congiungono in una unica zona circolare. Donde la formazione di archi generatori alterni coi precedenti e sottostanti alle costole, la genesi dei quali può avvenire in due modi diversi. Come il Sanio (1) ha pel primo osservato ed il Loew (2), il Ross (3) nonchè il de Bary (4) hanno confermato, l'arco generatore corrispondente ai solchi si estende tangenzialmente dapprima interessando il parenchima corticale contiguo, poi continuando il suo cammino attraverso la parte liberiana dal fascio corticale vicino. Adunque collo sviluppo di questi archi generatori intercalari formati dalla metamorfosi prima di un tratto di parenchima corticale, e poi di una zona del parenchima liberiano dei fasci suddetti, si stabilisce attorno all' internodio una zona continua generatrice. In non pochi casi però, abbiamo potuto ripetutamente osservare che l' arco generatore situato sotto le costole, si genera subito internamente al fascio corticale dallo strato di parenchima a questo contiguo (Tav. IV, fig. 6).

La contingenza che questi due modi di origine dello strato generatore del periderma possono coesistere nella stessa specie (es. *C. quadrivalvis*) impedisce di stabilire a tale riguardo una differenza fra specie e specie nel genere Casuarina.

Coll' ulteriore formazione del periderma sotto le costole fogliari, queste vengono a poco a poco eliminate. In corrispondenza alle solcature il ritidoma è formato dapprima dalla sola epidermide e poi dagli strati esteriori del sughero che vanno esfogliandosi: invece negli intervalli è dato anzitutto dalle costole che si staccano come tante striscie disseccate e dalla parte liberiana esterna del fascio corticale nel 1.° modo di formazione degli archi alterni generatori, dall' intero fascio nel 2.° modo; ciò avvenuto, il

---

(1) l. c., (Pringsh. Jahrb.; B. II, Heft 1).
(2) l. c., pag. 37.
(3) l. c., pag. 242.
(4) l. c., pag. 569.

ritidoma continua ad essere costituito dalle cellule esterne suberose esfogliate. — La formazione del sughero sotto le costole negl' internodi, per la quale queste vengono infine eliminate, manifesta un importante parallelismo funzionale colla tipica formazione meristematica in seguito alla quale le foglie si staccano alla loro base dai cauli.

Nella *C. equisetifolia* in alcuni rami potemmo osservare la genesi dell' arco intercalare generatore del periderma, effettuarsi nello strato ipoclorenchimatico; e solo pochissime volte essa effettuossi nello strato più interno del parenchima verde. In quest' ultimo caso, il ritidoma in corrispondenza alle costole è ridotto alla sua più semplice espressione, venendo conservato nella corteccia non solo il fascio corticale colle cellule punteggiate, ma eziandio lo strato ipoclorenchimatico.

Nella superficie dei rami già alquanto grossi (ad es. del diam. di circa $1/2$ cm.) notasi la formazione di lenticelle, le quali si presentano sotto forma di tante pustolette ellittiche bene visibili coll'aiuto di una lente e dirette trasversalmente, e la cui genesi mostrasi indipendente dagli stomi. Tali formazioni sono disposte secondo tante righe longitudinali fra loro avvicinate, e costituite lungo le striscie suberose delle solcature; infatti col progredire dell' età del ramo, la formazione del detto speciale tessuto suberoso nei solchi diminuisce e non permane che in piccoli punti circoscritti (le future lenticelle) lungo le solcature stesse, mentre negli intervalli si genera del sughero compatto. Il tessuto suberoso che riempie la cavità di questi organi ha press' a poco gli stessi caratteri che quello che primitivamente erompe dalle solcature, colla differenza però che i suoi elementi sono intensamente colorati in giallo-bruno e la parete loro presenta un maggior grado di suberificazione. La fig. 5 della Tav. IV spiega a sufficienza i caratteri di dette formazioni.

Colla costituzione dello strato generatore subero-fellodermico il quale si estende proporzionalmente all' accrescimento in grossezza del caule mediante lo sviluppo di sepimenti radiali, si produce sempre nuovo sughero e felloderma; formazioni queste che rappresentano parti importanti della corteccia, per completare lo studio della quale necessita rivolgere l' attenzione al libro secondario.

Libro secondario. — Sotto il felloderma osservasi il parenchima corticale primario, poscia le vestigia del libro primario il quale oltre all' aver subito una notevole compressione causa le nuove formazioni liberiane e legnose secondarie, mostra ancora un rilevante spostamento nei suoi elementi, per cui è quasi irreconoscibile; solo in alcuni casi le fibre pericicliche, che più a lungo sussistono, lasciano scoprire i suoi residui. Il libro primario conduce allo studio del libro secondario. La fig. 7 della Tav. IV mostra i caratteri generali della corteccia di un ramo avente una

certa grossezza (circa 16 mm. di diam.). Internamente al parenchima corticale primario trovasi il libro secondario, il quale nella sua parte fondamentale è formato da parenchima liberiano a cellule aventi forma di corti prismi quadrangolari a membrana esilissima; nella parte più giovane cioè nella zona interna, questi elementi unitamente ai vasi cribrosi si dispongono in serie radiali e concentriche; qui i vasi cribrosi possono essere meglio studiati stante la loro maggior grossezza, i setti trasversi sono disposti obliquamente ed ognuno di essi presenta per solito da 6 a 9 zone cribrose. Abbiamo poi anche le fibre liberiane le quali, mancanti interamente nella zona interna del libro, già a breve distanza dal cambio incominciano a mostrarsi isolate, e più si procede verso l'esterno del libro si fanno più abbondanti, e costituiscono fasci e spesso strati che si estendono tangenzialmente e con poche interruzioni da un raggio midollare secondario all'altro, e separati nel senso radiale da parenchima liberiano. Nella metà esterna del libro secondario queste fibre ne costituiscono la massa principale, hanno forma lungamente filamentosa colla membrana molto inspessita talora fino quasi all'occlusione della cavità; le punteggiature vi mancano o sono indistinte. Nella stessa regione del libro osserviamo altri elementi spettanti allo stereoma della corteccia, i quali sono dati da grandi cellule ovoido-elittiche dirette tangenzialmente e per solito sparse senz'ordine, le quali hanno la parete ingrossata con punteggiature semplici, talora l'inspessimento è sì rilevante che le punteggiature diventano canalicolate; queste cellule provengono dalla sclerosi di elementi parenchimatici.

Oltre ai raggi midollari primari abbiamo i raggi secondari. Questi ultimi sono molti angusti inquantochè in generale sono formati da una o due serie di cellule, di rado da un numero maggiore; la loro altezza è molto variabile, il più delle volte però in questa direzione presentansi formati da molte serie di cellule. Hanno un decorso marcatamente ondulato, e circa nella sola metà esterna del libro presentano la parete punteggiata; la forma delle loro cellule è più o meno regolarmente cubiforme. I raggi secondari più vecchi nella metà esterna del libro si insinuano fra i gruppi di stereidi e così giungono a seconda dei casi fino al parenchima corticale primario, agli avanzi del libro primario ovvero attraversano solamente gli strati più antichi del libro secondario. — Tanto nelle cellule del felloderma che del parenchima corticale, e del parenchima liberiano secondario, nonchè nei raggi midollari trovansi spesso cristalli di ossalato di calcio.

Allorchè lo strato generatore del periderma si sviluppa sotto le costole attraverso la parte cribrosa del fascio corticale, permane annessa alla corteccia la parte legnosa di questo. Ora, nelle sezioni trasversali di corteccie tolte da rami già adulti, accade spesso di osservare fasci di vasi spirali a decorso irregolarmente flessuoso, avvolti da cellule parenchimatiche al-

lungate ed anguste per la grande pressione che hanno subito, i quali si riscontrano specialmente nella zona esterna della scorza e non di rado entro i larghi raggi primari; questi fasci rappresenterebbero lo xilema dei fasci corticali che poi entrerà nel cilindro centrale (Tav. IV, fig. 8). Anche nel parenchima corticale primario osservansi qua e là degli elementi allungati, però il più delle volte sparsi, che sembrano analoghi ai precedenti; ma le alterazioni in essi avvenute sono così profonde e l'ingrossamento spirale così indistinto che non si può con sicurezza riconoscere la loro natura. —

Esponiamo ora i caratteri che successivamente si stabiliscono nella corteccia col progredire dell'età delle Casuarine: a questo riguardo dobbiamo avvertire che il nostro studio limitasi solo ad alcune forme in cui il caule nella superficie esterna presentasi formato come da una successione di anelli separati da angusti strozzamenti: per cui non possiamo affermare se il tessuto tegumentario di seconda formazione delle altre Casuarine cilindriche limitasi in ogni età al periderma già descritto, oppure se negli anni successivi si formano a profondità sempre maggiori nel parenchima della corteccia dei peridermi secondari, pei quali il ritidoma acquisti un notevole grado di complicazione.

In tali forme, sezionata la scorza di un caule avente circa 7 cm. di diam., al quale é aderente anche il 1.° ritidoma, si ha principalmente un grosso strato parenchimatico a cellule molto irregolari, costituito dal felloderma e dal parenchima corticale primario; in tutto il suo spessore questo tessuto contiene cloroplasti e qua e là si osservano grandi stereidi a membrana molto grossa e canalicolata; isolate o riunite in piccoli gruppi; le cellule cristallifere vi sono in discreta quantità. In cauli aventi all'incirca la detta grossezza, incomincia ad apparire la formazione del periderma secondario, il quale si sviluppa a grande profondità nel parenchima della scorza; a questo nuovo periderma sussegue la formazione di un grosso ritidoma formato dalla necrosi del primo periderma e di parte del parenchima corticale primario, il quale distaccasi sotto forma di frammenti di anelli disseccati, mettendo allo scoperto la sottostante superficie ruvida ed appianata del periderma secondario. Il primo periderma permane adunque a lungo nella pianta e non é che molto tardi che viene sostituito dal periderma secondario. Le nostre ricerche in dette forme in rapporto alla scorza secondaria si arrestano a cauli aventi l'indicata grossezza.

Il carattere exomorfo dell'esfogliazione del ritidoma nelle Casuarine cilindriche presentasi in due forme distinte, alle quali sono correlati importanti caratteri della superficie dei cauli. Nella 1.ª forma osserviamo che, stante l'esuberante formazione del periderma alla superficie degli internodi, anche in cauli aventi rilevante spessore (fino anche a circa 7 cm. di diam.) si trovano bene conservate le traccie degl'internodi caratteristici della struttura primaria,

i quali vi sono rappresentati da una serie di anelli separati ognuno da un' angusta solcatura; ciascuno di questi anelli corrisponde ad un internodio, ed alla loro superficie si notano tutt'attorno aderenti ed a regolari distanze, ristrettissime linee biancastre, a decorso flessuoso, che rappresentano le vestigia necrosate delle costole fogliari degli internodi: adunque, quivi l'impronta esterna principale della struttura primaria persiste nei cauli fino ad età ben inoltrata, e così questi conservano a lungo il carattere exomorfo del loro giovane stato. Nella 2.ª forma invece, il ritidoma si stacca in tante squamette, mentre il caule mostra superficie continua ed appianata, per cui esso non lascia più riconoscere alcuna traccia della struttura articolata dei giovani cauli; in questa 2.ª forma abbiamo che in alcune specie il ritidoma comincia a manifestamente esfogliarsi molto tardi, quando i cauli hanno raggiunto il diam. di circa 12-14 cm., fino a questo grado di sviluppo il 1.° ritidoma può dirsi persistente, meno, s' intende, una tenue esquamazione superficiale; per contro, in altre specie, l' esfogliazione del 1.° ritidoma é molto più precoce e mostrasi già in cauli aventi il diam. di circa cent. 4-6.

Legno secondario. — Come più sopra si é detto, la sezione trasversa del legno di Casuarina lascia riconoscere ad occhio nudo numerosi e grandi scompartimenti legnosi limitati da larghi raggi i quali tutti confluiscono nel midollo circoscritto dall'astuccio midollare (Tav. IV, fig. 2); nella *C. equisetifolia* i raggi midollari principali sono molto più angusti che nelle altre specie, carattere questo che impartisce maggior densità e durezza al legno di detta specie, il quale é per ciò maggiormente ricercato. La distinzione degli anelli annuali é poco manifesta per ragioni di cui diremo in seguito; solamente sono bene evidenti specialmente all' occhio armato con una lente, numerose ed angustissime strie circolari concentriche brune e biancastre fra loro alternanti. — Esaminando la superficie del corpo legnoso del caule di una Casuarina del diam. di circa 8 cm., in generale si vedono numerose e grandi solcature longitudinali già chiaramente delineate dal Goeppert (1); esse rappresentano i raggi midollari principali, i quali, larghi fino a due mm. circa, con piccole interruzioni percorrono tutta la lunghezza del corpo legnoso, e sono frequentemente traversati da numerosi ed esili cordoni (che fra breve studieremo) anastomizzati a rete nelle cui maglie é incluso il parenchima dei raggi midollari. Fra questi raggi, trovansi numerosi e piccoli raggi angusti e poco alti, che meglio vedremo più avanti.

Per solito già entro l' estate del 1.° anno di vita dei rami incominciansi a manifestare i primordi della secondaria formazione di libro e di legno (Tav. II, fig. 1), senza che sotto l' epidermide delle solcature abbiasi alcuna

(1) l. c., fig. 3.

traccia di formazione di periderma (Tav. IV, fig. 3). La zona di procambio situata fra il libro ed il legno si concreta nel cambio intrafascicolare e sviluppa internamente contro il protoxilema alcuni vasi punteggiati aventi calibro molto più largo dei vasi spirali primitivi, e forma eziandio tracheidi punteggiate e cellule di parenchima legnoso; queste due ultime forme di elementi sono insieme disposte senz' ordine e non è che più tardi che si disporranno in serie tangenziali, le quali costituiscono le anguste zone concentriche già accennate. Esternamente il cambio dà origine al libro secondario, il quale nel primo periodo di sua formazione è esclusivamente formato di libro molle (Tav. IV, fig. 3). Mentre ciò avviene, il cambio intrafascicolare di ciascun fascio si continua attraverso il raggio midollare adiacente, per cui si produce una zona cambiale continua.

Il tipico modo di incremento secondario del libro e del legno delle Casuarine avviene nel seguente modo: la sola porzione intrafasciale del cambio sviluppa libro e legno secondario; il cambio interfascicolare o radiale produce solo nuovo parenchima che si aggiunge a quello dei raggi midollari primari. Per tale localizzazione nella secondaria formazione libero-legnosa, i fasci primari vanno continuamente aumentando in volume e rappresentano in fine i grandi scompartimenti già accennati.

Contemporaneamente alla prima formazione del libro e del legno, il cambio intrafascicolare sviluppa circa nel mezzo dello xilema un raggio secondario il quale per una parte oltre il cambio attraversa il libro molle di seconda formazione, per l' altra percorre tutto il legno secondario fino contro il protoxilema, i cui elementi notevolmente compressi sono molte volte poco riconoscibili e formano al margine interno di ciascun fascio primario un cordone molto denso che fa prominenza nel midollo.

In alcuni casi (*C. equisetifolia*) abbiamo potuto osservare un' interessante deviazione da questo tipico modo di sviluppo secondario dei fasci primari (Tav. IV, fig. 3). Il protoxilema potentemente compresso fra il midollo ed il legno secondario e stante ancora il notevole incremento tangenziale che ha luogo nel caule, subisce a poco a poco una scomposizione ed uno spostamento nei suoi elementi per cui lentamente si va frazionando in due gruppi; attraverso i quali il primo raggio midollare secondario si può continuare direttamente nel midollo; ciascuno di detti gruppi trovasi apposto al margine interno di ciascuna metà dei fasci legnosi anzidetti. Fatti equivalenti e prodotti dalle stesse cause meccaniche avvengono nello strato di fibre pericicliche che formano l' arco dorsale dei fasci primari del cilindro centrale; per cui ciascun arco viene decomposto in due porzioni separate dall' anzidetto raggio midollare secondario ed ognuna delle quali trovasi annessa alla superficie esterna della parte liberiana corrispondente. Per tutti questi fatti, nei casi in questione, praticando una sezione trasver-

sale di un internodio si ha un numero di fasci che è doppio in confronto al primitivo, colla fallace apparenza che abbia avuto luogo dal cambio interfascicolare la formazione di fasci secondari intercalari (Tav. IV, fig. 1).

Esaminiamo ora i caratteri dei prodotti della zona cambiale intra ed interfasciale in un caule giunto ad una certa grossezza (16 mm. di diam. circa); e rivolgiamo dapprima l' attenzione agli scompartimenti legnosi. In questi, l' orientazione definitiva dei singoli elementi e specialmente del parenchima di fronte alle tracheidi incomincia a concretarsi nelle formazioni del 2.° anno di vita del caule. Anzitutto fin d' ora diremo che, prescindendo dai raggi midollari, negli scompartimenti legnosi si osservano le anguste fascie concentriche già ricordate, che sono formate da zone di parenchima legnoso alterne con zone di tracheidi, le quali nella successiva formazione legnosa acquistano i caratteri di fibre legnose; il parenchima legnoso oltre ai suoi elementi costitutivi presenta speciali cellule fibriformi corrispondenti alle cellule fibrose sostitutive del Sanio. Abbiamo poi i vasi ed i raggi midollari secondari; il numero di questi ultimi va moltiplicandosi negli anelli successivi legnosi, in modo da mantenere un rapporto sensibilmente costante nel volume degli scompartimenti legnosi.

I vasi sono irregolarmente profusi in ambo le forme di zone concentriche (Tav. V, fig. 1 e 3), però in generale predominano nelle fascie di parenchima legnoso; in essi l' ordinamento radiale non si conserva che in quelli più giovani e quindi più vicini al cambio, però non in modo sì manifesto come si ha nella zona interna del libro secondario. Hanno forma cilindroide; tagliato il legno trasversalmente, appaiono numerosi fori tondeggianti, il più delle volte più o meno regolarmente ovali, il cui diam. maggiore è diretto radialmente, i quali rappresentano la sezione trasversale di detti vasi. La membrana di questi presenta numerose e minute punteggiature areolate, coll' areola ovale e con l' angusta fessura aprentesi nel lume del vaso, diretta alquanto obliquamente; quando i vasi sono adiacenti ad altri vasi od a tracheidi, le punteggiature sono areolate ad ambo i lati della parete comune che separa i due elementi; se invece sono contigui a cellule del parenchima legnoso, alle fibre sostitutive del Sanio od alle cellule dei raggi midollari, le punteggiature sono areolate solo nella membrana del vaso. I singoli segmenti di ciascun vaso comunicano fra loro per regola mediante ampia perforazione del setto trasverso, la quale in generale allargasi fino al punto da lasciare un anello più o meno appariscente che segna il residuo di detto sepimento trasverso; specialmente però quando questo setto è molto inclinato sulla parete longitudinale, si osservano non di rado in esso punteggiature completamente pervie, lineari, parallele e disposte a scala secondo il grande asse del sepimento trasverso, e perpendicolari a questo asse. Questa perforazione scalariforme riscontrasi ancora talvolta nei

tramezzi dei vasi spirali del protoxilema come ha osservato il Sanio (1) e noi abbiamo potuto confermare. Anche quando i vasi si trovano confinanti colle fascie di sclerenchima legnoso ovvero sono inclusi in queste, molte volte non si trovano in diretto contatto colle tracheidi, ma bensì sono circondati da cellule di parenchima legnoso.

Le tracheidi (Tav. V, fig. 7) costituiscono la massa principale del legno delle Casuarine, e si dispongono nelle anzidette fascie concentriche le quali hanno decorso e circoscrizione in generale irregolarissima come quelle del parenchima legnoso; non si creda che quelle siano sempre nettamente delimitate di fronte a queste, perchè non di rado si riscontra che prolungamenti più o meno rilevanti di parenchima legnoso qua e là si addentrano più o meno profondamente in esse. Sono costituite da cellule di variabile lunghezza ad estremi acuminati, densamente insieme riunite, i caratteri delle quali appariscono con maggior evidenza già nel legno secondario del 2° anno; la membrana è mediocremente grossa e presenta punteggiature uguali a quelle dei vasi. Nelle tracheidi più larghe e quindi più corte trovansi numerose serie di punteggiature lungo le pareti laterali; e frequentemente qua e là nelle faccie laterali ed anche nelle faccie terminali, le punteggiature si allungano trasversalmente in modo da formarsi una serie di linee scalariformi, le quali però si mantengono in generale impervie; notasi poi che in esse le pareti terminali sono in generale poco inclinate sulla membrana longitudinale. Nelle formazioni legnose successive, i caratteri di queste tracheidi vanno modificandosi, finchè gradatamente vengono prodotte cellule lungamente filamentose molto più lunghe degli elementi precedenti, le quali presentano punteggiature lineari molto scarse e spesso uniseriali, non areolate o ad areola pochissimo manifesta, dirette obliquamente a sinistra ed aventi la membrana notevolmente inspessita; in due cellule contigue, le punteggiature corrispondenti si incrociano ad angolo retto. Abbiamo dunque elementi che hanno i caratteri delle fibre legnose, ed ai quali (Tav. V, fig. 8) devesi principalmente la grande durezza del legno delle Casuarine. Gli è per questo che nello sclerenchima fibroso del legno possiamo distinguere due estremi, l'uno dato da tracheidi le cui dimensioni e gli altri caratteri sono molto affini a quelli dei segmenti dei vasi punteggiati, l'altro è dato dagli stessi elementi che rivestono i caratteri di fibre legnose; la 1.ª modalità di tracheidi può dirsi *vasculiforme*, la 2.ª *fibriforme*. Sebbene le innumerevoli transizioni intermedie che si osservano fra questi due estremi giustificano l'interpretazione data dal Sanio (2) e dal de Bary (3),

(1) De Bary — l. c., pag. 174.

(2) (Bot. Zeit., pag. 115 e 116). In ricerche anteriori però il Sanio aveva ammesso la presenza di un vero libriforme.

(3) l. c., pag. 496.

i quali ritengono dette due forme spettanti ad un unico elemento istologico cioè alle tracheidi; ciò nondimeno però ci sembra utile per comodità di studio ammettere due forme di sclerenchima fibroso del legno, le tracheidi e le fibre legnose (1).

Con qualche frequenza come fu notato anche dal Sanio, nelle tracheidi vasculiformi si osserva che lo strato interno della membrana sfugge alla lignificazione, diventa molto rifrangente e si metamorfizza in una sostanza avente apparenza gelatinosa; gli stessi fatti potemmo osservare ancora in molte fibre legnose. Detta contingenza non costituisce un carattere differenziale delle fibre legnose stesse (2). Nelle tracheidi macerate il Sanio trovò speciali linee trasversali (3); questa osservazione però richiede una più particolareggiata ricerca. Non poche volte si riscontra che la porzione terminale delle fibre legnose si mostra biforcata; Sanio (4) e Loew (5) hanno ciò osservato nella *C. torulosa*, noi l'abbiamo trovato nella *C. equisetifolia* e *C. glauca*. — Trattando il legno coll'acido nitrico e col clorato di potassa onde disgregare i singoli elementi fibrosi e vascolari, le punteggiature areolate stante il notevole rigonfiamento subito dalla membrana, acquistano l'aspetto di semplici ed anguste fessure (Tav. V, fig. 7).

Venendo ora al parenchima legnoso, il quale è più o meno abbondante secondo le specie, già abbiamo accennato alla disposizione di questo, il quale corrisponde al *parenchima metatracheale* del Sanio. Le singole cellule sono allungate nel senso dell'asse longitudinale del caule, ed hanno forma prismatica quadrangolare, penta-o poligonale, colle pareti trasverse e dirette orrizzontalmente o quasi; la membrana è piuttosto sottile e presenta punteggiature semplici e tondeggianti, molto numerose nelle pareti radiali, scarse invece in quelle tangenziali come si ha per solito secondo le ricerche del Krah (6); specialmente nell'inverno queste cellule contengono numerosi granelli d'amido. Per regola, le fascie concentriche di

---

(1) Relativamente alla dimensione di queste due forme di elementi, il de Bary (l. c. pag. 496) in base alle misure recate dal Sanio, riporta nella *C. torulosa* una lunghezza media di mm. 0,45 per le Tracheidi vasculiformi, e di mm. 1,04 per le Tracheidi fibriformi; e nella *C. equisetifolia* mm. 0,48 per la 1ª forma di elementi e mm. 0,75 per la 2ª. In quanto alla *C. torulosa* le nostre ricerche concordano con quelle del Sanio; riguardo all'altra specie, la media della lunghezza di ambo le forme di tracheidi ci è risultata superiore di alcuni centes. di mm. Nelle altre specie da noi esaminate, la lunghezza delle tracheidi vasculiformi oscilla da mm. 0,49 a mm. 0,53, quella delle tracheidi fibriformi da mm. 0,71 a mm. 1,16; la maggior lunghezza delle fibre legnose riscontrasi nella *C. suberosa*.

(2) De Bary — l. c., pag. 497.

(3) (Bot. Zeit., 1863; pag. 117).

(4) l. c., pag. 117.

(5) l. c., pag. 26.

(6) F. W. Krah — Ü. die Vertheil. d. parenchym. Elemente im Xilem und Phloëm d. dicotylen Laubbäume. Berlin 1883.

parenchima sono continue, e non è che in rari casi che esse sono attraversate da raggi di tracheidi o di fibre.

Sparsi nel parenchima legnoso ma più specialmente raccolti in vicinanza ai raggi midollari, riscontransi degli elementi i quali nella sezione trasversale non si distinguono dalle cellule del parenchima ora descritte; ma nelle sezioni longitudinali e tangenziali mostrano forma fusata e sono più lunghi delle vicine cellule parenchimatiche; la loro membrana è sottile e presenta punteggiature semplici foggiate a fessura. Questi elementi, i quali provengono da semplici divisioni longitudinali di corrispondenti cellule allungate del cambio, contengono amido e corrispondono alle così dette cellule fibrose sostitutive del Sanio.

Infine, negli scompartimenti legnosi dobbiamo studiare i raggi midollari secondari (Tav. V, fig. 1, 3, 6), i quali incominciano già a costituirsi nel legno secondario di prima formazione a brevissima distanza dal protoxilema; il più delle volte il loro margine interno è in rapporto colle cellule del parenchima legnoso, non di rado però può toccare le tracheidi, od anche essere interposto fra un vaso e tracheidi ovvero un vaso e parenchima legnoso. Detti raggi secondari primi formati si continuano attraverso le successive zone legnose, mentre in queste se ne formano altri, i quali frazionano la nuova massa legnosa in scompartimenti secondari, la cui dimensione tenda a mantenersi sempre press'a poco uguale. Hanno un decorso più o meno flessuoso, sono molto angusti giacchè la loro porzione interna è il più delle volte formata da una sola serie di cellule, più di rado da due, la loro larghezza va molto lentamente aumentando più si procede alla periferia del caule; ed in un caule del diam. di circa 2 cm., i raggi secondari più vecchi solo nella zona periferica presentansi formati da tre o quattro serie cellulari. L'altezza loro è variabile; hanno le estremità per solito assottigliate e formate da un unico piano cellulare, verso il mezzo vanno progressivamente allargandosi in modo però quasi insensibile, come si può vedere nelle sezioni tangenziali del legno (Tav. V, fig. 2, 4). Si compongono di cellule prismatiche a sezione trasversale penta-od esagonale, il cui asse maggiore è disposto nel senso orrizzontale e radiale, la loro membrana presenta finissime punteggiature semplici, ed il loro contenuto è dato specialmente nell' autunno e nell'inverno da granuli minuti di amido. In media, per ogni mm. di larghezza, si noverano da 7 a 10 raggi midollari secondari.

I raggi midollari principali confluiscono nel midollo, ove traggono origine solo con poche serie di cellule; più però si procede verso la periferia si ingrossano considerevolmente fino ad assumere in generale lo spessore di molte serie cellulari. Gli elementi di cui sono costituiti hanno all' incirca gli stessi caratteri di quelli componenti i raggi secondari, presentano solamente

un volume molto maggiore (Tav. V, fig. 1, 3, 6). Allorchè questi raggi principali sono pervenuti ad un notevole spessore, ha luogo in essi per solito già entro il 2.° od al più tardi nel 3.° anello legnoso un' interessante formazione, la quale è data da esili fasci di tracheidi o di fibre legnose con decorso irregolarmente flessuoso, e densamente ramificati, per cui nei casi più complicati costituiscono una rete, nelle cui maglie è incluso il parenchima dei raggi; inoltre, ai margini di questi, detti cordoni di fibre si anastomizzano cogli elementi omonimi degli scompartimenti legnosi. Talune volte i fasci descritti formano lamine radiali anguste le quali stanno press' a poco nel mezzo dei grandi raggi midollari. Queste formazioni, solamente però nella forma di fasci, vennero pel primo osservate dal Goeppert nella *C. equisetifolia* (1), questi però non ne ha dato una soddisfacente spiegazione rapporto alla loro origine; il Sanio le ha osservate nella *C. torulosa*. Il loro sviluppo è certamente collegato alla costituzione nel cambio interfascicolare di cellule allungate disposte in piccoli gruppi, dalla cui segmentazione longitudinale centrifuga hanno avuto origine le tracheidi o le fibre anzidette, intercalate fra le cellule dei raggi midollari.

Più frequentemente nelle cellule dei raggi midollari primari e secondari, che in quelle del parenchima legnoso osservansi qua e là cristalli di ossalato calcico i quali appartengono al sistema del prisma diritto a base quadrata, più comunemente nella forma di ottaedro ovvero di tante masse sferoidali di cristalli incompleti disposti radialmente attorno ad un centro; fra queste due forme di cristalli la prima è predominante.

Il midollo (Tav. V, fig. 6) conservasi sempre angustissimo, anzi in un caule di circa 7 cm. di diam. appare come un esile cilindro avente appena il diam. di mm. 1; e consta di cellule foggiate a prismi aventi la base pentapoligonale, colle pareti trasversali dirette orrizontalmente o quasi; gli elementi periferici sono più esili, mentre procedendo verso il centro aumentano alquanto in diam. trasverso; la membrana è mediocremente inspessita e presenta numerose punteggiature semplici e rotonde; con qualche frequenza in queste cellule si riscontrano cristalli di ossalato calcico per solito nella forma delle aggregazioni sferoidali dianzi accennate.

Le ricerche ora esposte portano alla conclusione che il legno secondario delle Casuarine è composto di parenchima legnoso, di cellule fibrose sostitutive del Sanio, di tracheidi e fibre legnose e di vasi punteggiati. Il Van Tieghem (2) dice che il legno suddetto consta di vasi chiusi, vasi aperti e di parenchima a parete sottile corto e lungo, il che si comprende benissimo ove si rifletta che i vasi chiusi corrispondono alle tracheidi

(1) l. c., pag. 749 e 750, fig. 3 e 7.
(2) Van Tieghem — Traité de Botanique. Paris, 1891, pag. 817.

tanto vasculiformi che fibriformi, colle numerose gradazioni intermedie; che le cellule parenchimatiche corte rappresentano il parenchima legnoso, mentre quelle lunghe sono date dalle cellule fibrose sostitutive del Sanio. La suddetta composizione del legno è ammessa anche dal De Bary, ma in base alle ricerche del Sanio solo per la *C. equisetifolia* (1); le nostre ricerche permettono di riguardarla come generale almeno per le specie spettanti al tipo Australiano.

Le nostre ricerche sul legno delle Casuarine concordano sostanzialmente con quelle del Solereder; questi nel suo importante lavoro (2) ove ha esaminato 13 specie di Casuarina, assegna alla famiglia i seguenti caratteri generali del legno; larghi raggi midollari, vasi isolati, la presenza nei setti trasversi dei vasi di perforazioni semplici ed anche scalariformi, non chè il ricco sviluppo metatracheale del parenchima legnoso, ed il prosenchima a punteggiature areolate. La probabile parentela delle Casuarine colle Miricacee sarebbe forse alquanto avvalorata da qualche affinità che si riscontra nei caratteri strutturali del legno; infatti nelle Miricacee si ha una perforazione semplice ed anche scalariforme nei vasi, ed il prosenchima è a punteggiature areolate; però i raggi midollari sono angusti, ma questa differenza è molto attenuata per quanto abbiamo osservato nella *C. equisetifolia*, in relazione al tenue spessore dei raggi midollari principali.

La formazione del Duramen verificasi solo piuttosto tardi ed in generale non è bene delineata di fronte all' Alburno, causa la colorazione che gradatamente si va accentuando più si procede verso il centro della sezione trasversa del tronco, come ha osservato il Praël nella *C. nodiflora* (3).

La distinzione in anelli annuali nel legno delle Casuarine è poco manifesta pel fatto che essendo esse indigene di paesi caldi, non si ha l'interruzione invernale della vegetazione. Però il Sanio ha osservato che le cellule del parenchima legnoso formate nell'autunno sono più anguste (4). Nelle specie viventi nell' Orto Botanico di Messina abbiamo potuto osservare una delimitazione chiaramente visibile al microscopio pel fatto che nell'autunno si forma uno strato di fibre legnose più grosso degli altri strati formati durante l'anno, il quale presentasi scarsissimo di vasi punteggiati (Tav. V, fig. 1); inoltre, nella zona di parenchima legnoso applicata contro la faccia interna del grosso strato fibroso ora indicato, riscontrasi che le cellule hanno gli stessi caratteri veduti dal Sanio.

---

(1) De Bary — l. c., pag. 510.

(2) H. Solereder — Ü. den systematischen Werth d. Holzstructur bei den Dicotyl. München, 1885.

(3) E. Präel — Vergleichende Untersuch. ü. Schutz- u. Kernholz der Laubbäume — (Pringsheim's Jahrb. f. w. Bot.; Bd. XIX, 1888, pag. 59); mit 1 Taf.

(4) (Bot. Zeitung, 1863), pag. 396.

III.

Schema generale di struttura del tipo Australiano del gen. Casuarina.

Come sintesi delle nostre ricerche, esporremo sommariamente la caratteristica generale del caule e delle foglie delle Casuarine spettanti al tipo Australiano, sulla base dello studio dei sistemi anatomo-fisiologici dei tessuti.

Sistema tegumentario. — Nei giovani rami si ha anzitutto l' epidermide che riveste le costole fogliari; nella faccia esterna di queste ed anche negli spigoli laterali la cuticola è molto grossa ed irregolarmente scabra, ed in corrispondenza circa al mezzo di ogni cellula epidermica presenta tante prominenze papillari; dagli spigoli procedendo alle faccie laterali lo strato cuticolare si assottiglia grandemente e si continua con quello della solcatura, il quale pure presenta la stessa sottigliezza; nel fondo dei solchi le cellule sono divenute piccolissime ed hanno figura cubiforme. Abbiamo poi le due distinte specie di peli *costali* ed *intercostali;* questi emergono dall' epidermide che riveste il fondo dei solchi e servono a proteggere negl' internodi già evoluti le faccie laterali delle costole, nelle quali sono localizzati gli stomi; quelli si riscontrano solamente nella giovane fase di sviluppo degli internodi, e quindi sono circoscritti nella porzione basale di questi sulla faccia esterna delle costole, ove rinforzano la guaina nella sua funzione protettiva; procedendo in alto nell' internodio mentre questo va raggiungendo la sua definitiva struttura, i peli costali vanno facendosi sempre più rari finchè si trovano tutti distaccati.

Nella faccia interna della guaina trovasi un' epidermide costituita da piccole cellule quadrangolari, depresse nel senso tangenziale e provviste di una cuticola alquanto grossa. Nei denti fogliari, mentre l' epidermide delle due faccie conserva press' a poco gli stessi caratteri che nella guaina, fino a circa la metà della loro lunghezza, dopo questo limite le singole cellule incominciano ad allungarsi notevolmente secondo il diametro longitudinale dei denti stessi. In corrispondenza specialmente al margine dei denti appaiono tricomi analoghi a quelli intercostali, però colle particolarità strutturali già indicate, per le quali, stante l' intreccio che si stabilisce fra i peli marginali dei denti fogliari nella gemma, si ha una disposizione che potentemente contribuisce alla protezione di questa.

Col successivo incremento in spessore del caule ha luogo la formazione del periderma, del quale ora considereremo solo il tessuto suberoso. La prima orgine del periderma ha luogo costantemente nel fondo delle solcature dallo strato di parenchima corticale immediatamente sottostante all' epidermide; qui dunque si costituisce il fellogeno, il quale, dopo un intervallo variabilmente lungo, si estende tangenzialmente al caule in modo da formare una zona circolare; questa producesi mediante la metamorfosi in fellogeno di una zona del parenchima liberiano dei fasci corticali, ovvero dello strato di parenchima in rapporto colla faccia interna dei fasci stessi; questi sono i due modi tipici di estensione laterale del fellogeno, la cui continuazione sotto le costole nello strato ipoclorenchimatico o nello strato interno del parenchima verde è estremamente rara. La formazione del sughero sotto le costole determina l' eliminazione di queste, le quali finora, unitamente alle guaine ed ai denti, erano rimaste connesse col caule, con quale vantaggio per la pianta non è chi non vegga.

Sistema Aeratore. — È dato dal complesso dei meati intercellulari che si trovano nel midollo, nei raggi midollari, nel parenchima corticale della struttura primaria, ed anche nel libro secondario e nel felloderma, nella struttura secondaria; detti meati mettono infine capo agli stomi od alle lenticelle. Il carattere differenziale principale degli stomi nelle Casuarine è la direzione trasversa di questi all' asse longitudinale del caule; nelle costole sono situati nelle faccie laterali dei solchi, lo stesso si ha nelle guaine ove si riscontrano anche nella faccia interna di queste e secondo due serie; nei denti fogliari si trovano nella pagina superiore ove formano due righe longitudinali mediane, le quali in basso si continuano con quelle della guaina; la camera sottostomatica è poco sviluppata. Questa singolare disposizione trasversa degli stomi è certamente in relazione colla contingenza che le costole restano a lungo connesse cogli internodi anche dopo iniziata la formazione del sughero in corrispondenza alle solcature, ed infatti l' estensione di questo sotto le costole non avviene che più tardi. Pei descritti caratteri del clorenchima delle costole, della guaina e dei denti fogliari, si ha che principalmente nelle prime ha luogo la funzione dell' assimilazione del Carbonio, la quale adunque effettuasi essenzialmente lungo gli internodi; era perciò indispensabile si concretassero disposizioni per le quali le costole stesse potessero essere conservate alla pianta un periodo di tempo dopo l' iniziata evoluzione della struttura secondaria, il termine del quale coincide colla prima formazione del felloderma a cloroplasti. Queste disposizioni si hanno nella formazione del sughero: infatti la genesi di questo lungo i solchi non solo ha per fine di sostituire quivi l' epidermide con un tegumento meglio atto alla funzione protettrice, ma eziandio costituisce in tal regione un tessuto avente la facoltà (me-

diante le divisioni radiali del suo fellogeno) di adattarsi all'incremento in grossezza del giovane caule, causa la progressiva formazione nel cilindro centrale di libro e legno secondario; mentre le costole, l'una dall'altra separate nei solchi per la quivi avvenuta lacerazione dell'epidermide, restano aderenti all'internodio mantenendosi inalterate o quasi tanto nei loro tessuti che nel fascio corticale a ciascuna di esse appartenente; peró le costole stesse subiscono sempre un notevole stiramento nel senso tangenziale, fino a divenire per ció molto appiattite. Quest'ultimo fatto fa emergere la razionalitá della disposizione trasversale degli stomi: se questi fossero diretti nel senso longitudinale, lo stoma collo stiramento tangenziale delle costole sarebbe avviato ad una progressiva disorganizzazione in seguito alla dissociazione delle due cellule che lo compongono, o per lo meno esso troverebbesi grandemente ostacolato nei movimenti delle sue cellule, colla grave inconseguenza in ambo i casi della persistenza del tessuto verde mentre gli stomi piú non funzionerebbero normalmente. Simili inconvenienti sono evitati colla disposizione trasversale; in questo modo gli stomi possono incomparabilmente meglio resistere od adattarsi al progressivo allargamento delle costole, poiché queste vengono stirate secondo l'asse longitudinale delle cellule stomatiche.

Le lenticelle sono in gran numero e cominciano ad apparire chiaramente delineate per solito nel 3.° anno di vita dei cauli; la loro origine é alquanto profonda nel parenchima corticale, e si formano indipendentemente dagli stomi; stanno disposte in righe longitudinali piú o meno regolari, ognuna delle quali corrisponde ad una solcatura intercostale; nei cauli aventi diam. di circa 2 cm. incomincia a scomparire questa disposizione asseriata, la quale poi si perde interamente nei cauli piú adulti.

Sistema Assimilatore. — È dato nella struttura primaria dal clorenchima delle costole, delle guaine e dei denti fogliari nonché dal tessuto stomatico; nella struttura secondaria dal felloderma e dal parenchima corticale. È interessante il graduato cambiamento di forma che le cellule verdi subiscono procedendo dalle costole ai denti fogliari: in quelle e nelle guaine il tessuto verde é spiccatamente conformato a palizzata e l'asse maggiore dei singoli elementi é perpendicolare alla superficie del caule; mano mano ci innalziamo nei denti fogliari le cellule verdi si accorciano ognor piú, finché poco oltre la metá della lunghezza dei denti stessi diventano isodiametriche e nel loro complesso formano due cordoni cilindroidi, ad ognuno dei quali corrisponde una riga semplice di stomi.

In rapporto alle condizioni climatiche in cui crescono le Casuarine, si ha la riduzione notevolissima della parte libera delle foglie la quale necessariamente induce la quasi totale localizzazione del clorenchima nel caule. Correlativamente a questa localizzazione, si hanno disposizioni uti-

lissime quali le solcature longitudinali del caule e la traslazione del clorenchima cogli stomi nelle faccie laterali di quelle, nel cui fondo il tessuto verde manca essendo questa regione destinata allo sviluppo non solo dei peli intercostali che formano un denso feltro che ricuopre e protegge le dette superficie laterali, ma altresì delle fibre connettive. Questi caratteri biologici sono razionalmente spiegati dalla natura climatologica delle località ove le Casuarine Criptostome sono indigene ; per essi le specie del tipo Australiano possono prosperare in un clima caldo ed asciutto, essendo più particolarmente difese contro un' esagerata traspirazione e cloroevaporazione. E così anche una volta abbiamo la dimostrazione degli stretti rapporti ed adattamenti che intercedono fra la stazione delle piante e le disposizioni biologiche concretate negli organi assimilatori (1).

Sistema conduttore. — Nella struttura primaria si hanno i fasci corticali colle speciali cellule punteggiate a questi annesse, ed i fasci del cilindro centrale; nella struttura secondaria si ha la parte liberiana della corteccia (vasi cribrosi e parenchima liberiano) ed il legno coi suoi larghi vasi punteggiati, colle tracheidi vasculiformi, il parenchima legnoso unitamente alle cellule fibrose sostitutive del Sanio ed i raggi midollari ; la forma e la direzione delle cellule del parenchima legnoso e dei raggi dimostra chiaramente la generale direzione della corrente dei liquidi nutritivi longitudinale nel primo, radiale nei secondi. Importante è la presenza delle speciali cellule punteggiate annesse ai fasci corticali, lungo i quali formano a ciascun lato un cordone composto di una o due serie cellulari ; detti elementi sono altresì in rapporto collo strato ipoclorenchimatico delle costole e col parenchima corticale ambiente, ma la loro facoltà conduttrice più specialmente emerge quando, avvenuta la formazione del sughero sotto i solchi, le costole fogliari restano connesse cogli internodi solo per la loro parte interna : in questa contingenza tali cellule facilitano moltissimo gli scambi nutritivi del caule colle costole.

Sistema Secretore. — È costituito dalle cellule cristallifere e da quelle contenenti tannino. Le prime contengono ossalato calcico cristallizzato secondo il sistema del prisma diritto a base quadrata, e con qualche frequenza si riscontrano nella forma di aggregazioni sferoidali di cristalli incompleti radianti attorno ad un centro : si osservano nel midollo, ma più specialmente nel parenchima corticale in vicinanza ai fasci del cilindro centrale nella struttura primaria ; nel midollo, nei raggi midollari pri-

---

(1) A. Tschirch — Ü. einige Beziehungen d. anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima u. Standsrte, mit speciellen Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparats (Limmaea, Bd. IX, Heft 3, u. 4). — F. W. C. Areschung — Der Einfluss des Klimas auf die Organisation der Pflanzen, insbesondere auf die anatomische Structur der Blattorgane (Bot. Jahrb. v. Engler, Bd. II, 1882; pag. 523).

mari e secondari, e nel parenchima legnoso e corticale, specialmente in quest' ultimo, nella struttura secondaria. Il tannino (1) trovasi tanto nella struttura primaria che nella secondaria; molto abbondante in questa, è assai scarso in quella. Infatti, quivi trovasi solo qua e là nelle cellule del parenchima liberiano dei fasci corticali e nelle piccole cellule della porzione di parenchima corticale corrispondente al fondo delle solcature. Nella struttura secondaria invece osserviamo che il parenchima corticale della scorza contiene ricche quantità di tannino; il parenchima liberiano ne presenta proporzioni minori, i raggi midollari sì liberiani che legnosi contengono pure tannino, appaiono però più ricchi di questa sostanza i raggi minori e specialmente quelli formati da un solo piano cellulare. Nel parenchima legnoso è estremamente scarso e non di rado affatto mancante. Nel lavoro del Terreil (2) trovansi notizie importanti sulla proporzione del tannino esistente in alcune Casuarine.

Sistema di Riserva. — È bene differenziato nella struttura secondaria, ove è dato principalmente dal complesso dei raggi midollari e dal parenchima corticale e legnoso unitamente alle cellule fibrose sostitutive del Sanio; nell' interno degli elementi di questi tessuti, all' avvicinarsi dell' inverno si accumulano numerosi e piccoli granuli di amido.

Sistema Meccanico. — Nella struttura primaria consta dell' ipoderma sclerenchimatico delle costole fogliari, del fascio di sclerenchima fibroso annesso a ciascun fascio corticale e dell' arco dello stesso tessuto addossato ai fasci del cilindro centrale. La fig. 9 della Tav. V dà una chiara idea della razionale disposizione dello stereoma, nonchè del grande sviluppo che questo assume nei giovani rami di Casuarina. In ciascuna costola lo stereoma è foggiato a T, mediante la lamina mediana di sclerenchima che si avanza radialmente contro i fasci corticali; poscia si ha un ciclo di fasci fibrosi uniti ai fasci corticali; infine un secondo anello alterno col precedente, formato dagli archi fibrosi addossati ai fasci del cilindro centrale. Non solo nelle Casuarine, ma in generale nelle piante a foglie rudimentali ove il clorenchima deve necessariamente localizzarsi lungo i giovani rami, lo stereoma è costituito da sclerenchima; per la sua robustezza questo tessuto può conferire all' organo la necessaria solidità anche se è in tenui proporzioni sotto forma di cordoni ipodermici, mentre rendesi così libero lo spazio necessario pel clorenchima. Lo sclerenchima ipodermico è rinforzato nella sua funzione dal notevole ingrossamento della cuticola della faccia esterna delle costole. Le cellule punteggiate annesse ai fasci corticali

---

(1) Le ricerche relative a questa sostanza, sono state principalmente desunte dalla *C. equisetifolia* Forst.

(2) Compt. rend. des Séanc. de l'Acad. d. Sc.; t. LXXVIII, pag. 690.

oltre alla funzione conduttrice adempiono altresì ad una meccanica funzione di sostegno, stante la membrana loro alquanto inspessita; anche le cellule contenenti cristalli di ossalato calcico partecipano a questa funzione, specialmente poi nella base degli internodi ove sono copiosissime ed ove gli ultimi sono in via di formazione e manca affatto lo stereoma. Nelle guaine oltre allo stereoma ipodermico identico a quello delle costole di cui é la continuazione, si riscontra nella loro faccia interna subito sotto l' epidermide un altro ipoderma fibroso il quale forma una stratificazione continua. Nei denti fogliari lo sclerenchima foggiato a T delle guaine e delle costole va a poco a poco modificandosi in uno strato alquanto ingrossato nel mezzo e corrispondente alla pagina inferiore dei denti stessi; l' ipoderma della faccia interna della guaina si prolunga nei denti fino a circa la metá della lunghezza di questi, ove scompare, per cui quivi il clorenchima, giá formato da elementi isodiametrici, é in diretto rapporto coll' epidermide e cogli stomi.

È particolarmente importante sotto il punto di vista meccanico lo strato di fibre sclerenchimatiche *connettive* riscontrate nella porzione superiore delle solcature della guaina, le quali corrispondono alle commessure delle costole. La guaina é un organo importantissimo per la protezione della base degli internodi ove si trova la zona d' incremento intercalare; e le dette fibre impediscono lacerazioni nel suo margine libero, il quale é piú direttamente esposto alla distensione, mentre nello stesso tempo la loro disposizione arcuata conferisce un certo grado di elasticitá ed estensibilitá molto utile per la guaina e per la parte che questa avvolge. È una disposizione questa sommamente interessante che ha il suo riscontro nei fatti osservati da C. Müller nel suo importante lavoro sulle guaine fogliari degli Equiseti (1), ove eziandio trovansi interessanti dati intorno a fenomeni fisiologicamente equivalenti della *Casuarina Fraseriana* Miq. Devesi peró osservare che mentre negli Equiseti e nelle Casuarine la finalitá biologica della detta disposizione e la legge meccanica che a questa presiede sono le stesse, il modo con cui si ottiene il risultato di rendere la guaina resistente contro la lacerazione, é diverso in ambo i casi; negli Equiseti la costruzione é data esclusivamente dalle cellule epidermiche sclerotizzate e costituenti un sistema di curve press' a poco parallelo a quello formato dalle nostre fibre connettive, le quali invece provengono da metamorfosi del parenchima fondamentale. Adunque, tanto le *Ankerzellen* del Müller (2), che le fibre connettive adempiono alla stessa funzione, colla differenza

(1) C. Müller — Ü. den Bau der Commissuren d. Equisentenscheiden; mit 5 Taf. (Pringsheim's Jahrb. f. w. Bot.; Band XIX, 1888).

(2) C. Müller — l. c. pag. 514.

peró che negli Equiseti le prime arrestano la lacerazione per la quale rendonsi liberi i singoli denti della guaina fogliare, mentre nelle Casuarine le seconde incominciano fino dai primordi della differenziazione delle squame fogliari ad adempiere alla loro funzione meccanica.

Nella struttura secondaria abbiamo lo stereoma generale del caule principalmente dato dalle tracheidi vasculiformi, ma più specialmente dalle fibre legnose, le quali formano la massa principale del legno secondario. Si ha poi uno stereoma parziale, che si riferisce alla corteccia ed ai larghi raggi midollari principali; riguardo alla prima esso é costituito dai fasci di fibre liberiane nel libro secondario e dalle grandi stereidi isolate o riunite a piccoli gruppi che si riscontrano nella parte interna del felloderma e nel parenchima corticale; riguardo ai secondi, é dato dai fasci di fibre che, semplici ed in forma di lamine radiali, ovvero anastomizzati a rete, attraversano i detti raggi.

Laboratorio di Botanica della R. Università di Messina, Maggio 1894.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE [1]

TAVOLA I.

Fig. 1.ª — Breve tratto di un giovane ramo comprendente un nodo e piccola porzione dei due internodi vicini. — × 10.

c - Costole fogliari limitanti le solcature.

d - Denti o squame fogliari saldate inferiormente nella guaina.

Fig. 2.ª — Rappresentazione schematica di una sezione trasversale di un internodio del diametro di circa 1 mm. e della lunghezza di mm. 12 circa, colla struttura primaria bene differenziata. — × 30.

c - Costole fogliari.

ff - Fasci fogliari spettanti a ciascuna costola. La linea esterna alquanto ingrossata indica lo stereoma di detti fasci.

---

(1) Eccettuate le fig. 8, 9, 10 della Tav. III, le quali sono state tolte dalla *Casuarina suberosa* e le fig. 1 della Tav. I ed 1 e 3 della Tav. IV fornite dalla *C. equisetifolia;* le rimanenti provengono dalla *C. quadrivalvis.*

fc - Fasci del cilindro centrale alterni coi precedenti e pure provvisti esternamente di stereoma; stante una svista, detti fasci in questa figura sono stati incisi in dimensione doppia del vero.

Fig. 3.ª — Figura teorica di una sezione trasversale di un giovane ramo con struttura primaria, praticata in corrispondenza alla guaina. Reciproca alternanza dei tre cicli di fasci fibro-vascolari, ognuno dei quali appartiene ad un determinato verticillo fogliare. — × 30.

g - Guaina fogliare, colle costole e coi singoli fasci libero-legnosi.
c' - Costole fogliari dell' internodio abbracciato dalla guaina.
ff - Fasci corticali del caule.
fc - Fasci del Cilindro Centrale.

Fig. 4.ª — Sezione trasversale di un internodio molto breve (lungo mm. 1 ½ circa), perchè situato a breve distanza dalla gemma terminale di un ramo. — × 75.

ti - Peli intercostali.
e - Epidermide delle Costole e delle solcature.
s - Sclerenchima costituente lo stereoma delle costole.
pv - Parenchima verde.
sp - Stratificazione parenchimatica sottostante al Clorenchima.
ff - Fasci fogliari provvisti all' esterno di stereoma.
cp - Cellule punteggiate intercalate fra i fasci fogliari e lo strato ipoclorenchimatico.
pc - Parenchima corticale.
fc - Fasci del Cilindro centrale, pure provvisti all' esterno di stereoma; il libro molle è molto sviluppato, poco invece il legno.

Fig. 5.ª — Breve tratto della fig. 2.ª maggiormente ingrandita, e schematico solo nella zona esterna ai fasci fibro-vascolari del Cilindro Centrale. I peli intercostali sono stati trascurati per brevità. — × 70.

Significato delle lettere *c, s, pv, ff, fc,* come nella figura precedente e nella fig. 2.ª

Fig. 6.ª — Breve porzione della fig. 4.ª maggiormente ingrandita, ed includente un tratto radiale di tessuti che da una costola giunge fino al centro dell' internodio. — × 210.

Significato delle lettere *e, s, pv, ti, sp, ff, cp, fc, pc,* come nella fig. 4.ª

st - Cellule stomatiche viste nella loro faccia laterale e secondo il loro diametro maggiore.
m - Tessuto midollare.

Fig. 7 — Sezione trasversale della base di un giovane internodio, su-

bito sopra il suo punto di emersione dal nodo sottostante. Figura schematica. Primordi della differenziazione dei singoli tessuti (sclerenchima, clorenchima, ecc.) che sono tutti giovanissimi, eccezion fatta dei fasci fibro-vascolari, che sono più progrediti nello sviluppo. — × 70.

Significato delle lettere *s, pv, ff, fc, ti,* come nella fig. 4.ª

tc - Peli costali.

Fig. 8.ª — Breve tratto della figura precedente più ingrandita. Il Clorenchima é già differenziato abbastanza chiaramente, ed è compreso fra le due linee più ingrossate. — × 210.

Significato delle lettere come nella fig. 4.ª, 6.ª e 7.ª

Fig. 9.ª — Due Tricomi costali visti ad un maggiore ingrandimento. — × 420.

Fig. 10.ª — Un fascio fibro-vascolare del cilindro centrale della fig. 4.° con struttura primaria bene evidente. — × 620.

pc - Parenchima corticale.

sc - Arco di sclerenchima formante lo stereoma del fascio.

lm - Libro molle.

x - Xilema con vasi spirali bene sviluppati.

si - Fibre legnose interne.

rm - Raggi midollari.

m - Midollo.

TAVOLA II.

Fig. 1.ª — Sezione trasversale di un fascio del cilindro centrale della fig. 5.ª (Tav. precedente) con un brevissimo tratto del fascio vicino di destra *b*. Struttura primaria già bene evoluta e primissime fasi della struttura secondaria. — × 620.

cb - Cambio.

vp - Vasi punteggiati.

Significato delle altre lettere come nella Fig. 10.ª della Tav. I.

Fig. 2.ª — Sezione longitudinale di un internodio avente lo stesso sviluppo di quello che ha fornito la fig. precedente; sezione non precisamente radiale, ma bensì parallela alle faccie laterali delle Costole e condotta all'incirca nel mezzo del clorenchima. — × 210.

Significato delle lettere *e, s, pv sp, cp, pc, sc, lm, si, m,* come nelle fig. 4.ª e 10.ª della Tav. precedente.

ts - Vasi spirali. — Nella sezione non è stato compreso alcun vaso punteggiato.

Fig. 3.ª — Porzione dell' epidermide della superficie esterna di una costola, vista di prospetto; l' orientamento di detto tratto è secondo l' asse longitudinale del ramo relativo. — × 520.

Fig. 4.ª — Sezione longitudinale teorica di una porzione d' un ramo a poca distanza dalla gemma terminale di questo, percui ivi gl' internodi sono ancor brevi.

Figura schematica rappresentante la proiezione verticale del decorso dei fasci fibro-vascolari. — × 15.

fg - Fascio della guaina e dei denti fogliari.

ff - Fasci corticali.

fc - Fasci proprii del cilindro centrale.

d - Diramazione o prima origine di questi ultimi dalla porzione terminale superiore dei fasci del cilindro centrale dell' internodio sottostante.

I, II, III. Verticilli fogliari successivi. 1, 2, 3, 4, Nodi. I fasci del verticillo fogliare II scaturiscono dal nodo 2, quelli del verticillo III dal nodo 3, ecc.

Fig. 5.ª — Figura schematica dimostrante un nodo con porzione dei due internodi adiacenti ad un maggiore ingrandimento. I fasci del cilindro centrale dell' internodio superiore sono visti per trasparenza. — × 40.

pv - Parenchima verde delle costole dell' internodio superiore, e fasci di quelle.

fc - Fasci del cilindro centrale e loro origine.

g - Guaina del verticillo fogliare sottostante.

Fig. 6.ª — Figura schematica di una sezione trasversale di un nodo spettante ad un ramo allo stesso grado di sviluppo come quello da cui sonosi tolte le 2 fig. precedenti: prima fondazione dell' internodio. Iniziale triforcazione della porzione terminale di ciascun fascio del cilindro centrale. — × 46.

Fig. 7.ª — Sezione trasversale dello stesso nodo subito successiva alla precedente dal basso all' alto. Costituzione bene manifesta nel cilindro centrale di due verticilli di fasci, l' esterno dei quali *ff'* è destinato alle costole, l' interno *fc'* al cilindro centrale dell' internodio superiore. — × 50.

Fig. 8.ª — Sezione trasversale immediatamente successiva alla prece-

dente. Stesso significato delle lettere. La linea punteggiata denota che non é ancora bene emersa la base dell' internodio superiore. — × 46.

TAVOLA III.

Fig. 1.ª — Figura schemetica di una sezione longitudinale assile di una gemma ascellare unitamente a parte del ramo generatore ed alla foglia ascellante. Sezione condotta secondo il piano mediano di quest' ultima. — × 60.

ff - Fascio della foglia ascellante recisa subito sopra l' emersione della sua parte libera.

fc - Limite esterno dei fasci libro-legnosi del cilindro centrale dell' asse generatore.

ff' - Fasci fogliari della gemma, i quali costituiranno i fasci delle costole del futuro ramo.

fc' - Fasci del cilindro centrale dei singoli internodi della gemma.

a - Area in cui approssimativamente avviene l' anastomosi.

Fig. 2.ª — Sezione trasversale della base della guaina, subito sopra alla zona di concrescenza col caule. Significato delle lettere *e, s, pv, sp, cp, ff,* lo stesso che nella fig. 4.ª della Tav. I. — × 210.

st - Cellule stomatiche viste lateralmente, cioé secondo il loro diametro longitudinale.

p - Parenchima proprio della guaina.

sg - Stratificazione sclerenchimatica interna della guaina.

ei - Epidermide della faccia interna.

Fig. 3.ª — Sezione longitudinale mediana di una guaina fogliare, osservata alla metà circa dell' altezza di questa. — × 210.

Significato delle lettere *e, s, p, sg, ei* come nella fig. precedente.

lm - Libro molle.

ts - Vasi spirali.

Fig. 4.ª — Sezione longitudinale di un internodio, parallela alla superficie laterale di una costola fogliare la cui epidermide é compresa nella sezione, e giungente solo poco oltre il fondo della solcatura adiacente. L' epidermide e tutta la figura sono viste nella loro posizione normale, per cui gli stomi appariscono come realmente sono in direzione trasversa col grande asse della loro apertura. Sezione trattata all' acido nitrico a caldo. — × 300.

st - Stomi.

e - Epidermide del fondo della solcatura, bene visibile perchè la sezione é un po' grossa in corrispondenza ad essa.

pc - Parenchima sottostante alla solcatura.

ep - Epidermide continuazione di quella che porta gli stomi e che si continua sul margine esterno della faccia laterale della costola coll' epidermide a membrana molto inspessita che riveste la faccia esterna della costola stessa.

ti - Tricomi del fondo della solcatura.

Fig. 5.ª — Strato più esterno del clorenchima di una costola coi meati sottostomatici *ms*, visto in corrispondenza alla faccia laterale di questa. Le cellule epidermiche e gli stomi sono tratteggiati. — × 280.

Fig. 6.ª — Alcuni stomi visti di faccia e trattati coll' acido nitrico a caldo, visti ad un più forte ingrandimento. — × 450.

Fig. 7.ª — Sezione longitudinale di una costola, perpendicolare alla faccia laterale di questa. Stoma visto in porzione normale ed in sezione trasversale all' apertura stomatica. — × 450.

cs - Cellule stomatiche, colla camera sottostomatica.

pv - Parenchima verde.

Fig. 8.ª — Un dente fogliare visto nella sua faccia interna. Disposizione biseriata degli stomi. La linea punteggiata interstomatica rappresenta l' unico fascio di tracheidi del dente fogliare. Dei tricomi filamentosi marginali vedesi la sola porzione basale. — × 120.

Fig. 9.ª — Sezione trasversale di un dente fogliare, circa alla metà della lunghezza di questo. — × 230.

Significato delle lettere *e*, *s*, *pv*, come nella fig. 2.ª.

cs - Cellula stomatica.

ts - Fascio di vasi spirali.

e' - Epidermide soprastante al Clorenchima.

ti - Tricomi filamentosi.

Fig. 10.ª Sezione longitudinale di un dente fogliare, non mediana, ma alquanto laterale per cui interessa altresì uno dei cordoni di clorenchima. — × 230.

Significato delle lettere *e s*, *pv*, *ti*, *e'* come nella fig. precedente.

p - Parenchima incoloro continuazione di quello che sta alla faccia interna della guaina.

sg - Prima apparizione dello strato di sclerenchima, il quale più in basso formerà l' ipoderma sclerenchimatico della faccia interna della guaina.

TAVOLA IV.

Fig. 1.ª — Fig. schematica di una sezione trasversale di un internodio coll' anomalia descritta nel testo. — × 42.

Fig. 2.ª — Sezione trasversale di un ramo di mm. 16 di diam. — × 2.
co - Corteccia.
rm - Raggi midollari maggiori, limitanti i principali scompartimenti legnosi, e confluenti nell' angusto midollo.

Fig. 3.ª — Breve tratto (corrispondente ad una solcatura) della fig. 1.ª visto ad un maggiore ingrandimento. — × 260.
c - Porzioni delle costole limitanti la solcatura.
pv - Area occupata dal parenchima verde.
e - Epidermide.
p - Parenchima corticale.
sc - Sclerenchima costituente lo stereoma dei fasci del cilindro centrale.
rm - Raggi midollari.
l - Limite del fascio limitrofo di destra.
m - Parenchima midollare.
Nei fasci distinguesi lo xilema coi grossi vasi punteggiati ed il floema coi singoli elementi più giovani disposti in serie radiali e concentriche.

Fig. 4.ª — Sezione trasversale di un internodio avente circa 2 mm. di diam., interessante solo i tessuti situati all' infuori della zona liberiana dei fasci del cilindro centrale. Formazione del sughero lungo le solcature. — × 250.
e - Epidermide sollevata e lacerata dalla formazione suberosa.
pv - Clorenchima delle costole, le cellule del quale sono alterate nella forma e nella posizione per l' avvenuta formazione suberosa ed il concomitante aumento in circonferenza del caule.
mr - Fellogeno.
fl - Felloderma.

Fig. 5.ª — Sezione trasversale di una lenticella di un ramo del diam. di mm. 16. — × 180.

su - Sughero della superficie della scorza.
el - Elementi suberosi proprii della lenticella (tessuto suberoso di riempimento).
fl - Felloderma.

Fig. 6.ª — Figura schematica di una sezione trasversale dei tessuti situati all' infuori del cilindro centrale, il cui limite è indicato dalla linea punteggiata. — 80.
ff - Fasci delle costole, le quali sono notevolmente stirate nel senso tangenziale; nel mezzo di ognuna di queste notasi il limite dello stereoma.
su - Periderma formante un anello continuo, il quale passa internamente ai fasci delle costole.
e - Epidermide lacerata del fondo delle solcature, per cui quivi il periderma è messo a nudo.

Fig. 7.ª — Sezione trasversale della corteccia di un ramo del diam. di 16 mm.; essa è completa meno un sottile strato più interno della porzione liberiana rimasto aderente al cambio. — × 220.
su - Sughero.
fl - Felloderma.
pc - Parenchima corticale primario.
st - Steridi isolate od a gruppi nella zona più esterna del libro secondario e nel parenchima corticale.
fb - Gruppi o fasci di fibre liberiane.
rm' - Raggi midollari secondari.
pl - Parenchima liberiano.

Fig. 8.ª — Sezione trasversale della scorza in corrispondenza ad un raggio midollare percorso da un fascio di vasi spirali avvolto da elementi parenchimatici allungati. — × 220.
fb - Fasci di fibre.
lm - Porzione interna del floema.

TAVOLA V.

Fig. 1.ª — Sezione trasversale di un ramo del diam. di 16 mm., interessante uno scompartimento legnoso compreso fra due raggi midollari principali *rm*; essa si riferisce alla porzione trasversalmente mediana del detto scompartimento e corrisponde alle porzioni contigue di due

anelli legnosi annuali. Alternanza evidente fra le zone di parenchima legnoso e quelle delle tracheidi o delle fibre legnose. — × 75.

pl - Zone di parenchima legnoso.
fb - Zone di tracheidi o fibre legnose.
fb' - Strato più grosso di tracheidi o di fibre legnose quasi privo di vasi, formato nell' autunno e limitante i due anelli legnosi annuali.
rm' - Raggi midollari secondari.

Fig. 2.ª — Figura schematica di una sezione tangenziale del legno del medesimo ramo, praticata alla distanza di circa 2 mm. dalla scorza, e comprendente un intero scompartimento legnoso coi due raggi midollari principali *rm* compresi fra linee punteggiate. — × 50.

vp - Vasi punteggiati.
rm' - Raggi midollari secondari, press' a poco fra loro equidistanti.

Fig. 3.ª — Porzione di uno scompartimento legnoso contigua ad un raggio midollare principale *rm*, del quale vedesi solo una piccola parte, e le cui cellule contengono granuli d' amido con plasma granuloso. — × 160.

rm' - Raggi midollari secondari.
vp - Vasi punteggiati.
fb - Fibre legnose.
pl - Parenchima legnoso.

Fig. 4.ª — Sezione tangenziale del legno praticata a breve distanza dalla scorza, come si ha nella fig. 2.ª. — × 160.

rm - Porzione marginale di un raggio principale.
rm' - Raggi midollari secondari.
vp - Vasi punteggiati.
fb - Fibre legnose.

Fig. 5.ª — Parte di una sezione longitudinale assile del legno, comprendente uno strato di fibre legnose *fb* ed uno di parenchima legnoso *pl* visti dalla faccia radiale; su questi decorre inferiormente un raggio midollare secondario *rm'*. — × 150.

Fig. 6.ª — Sezione trasversale interessante tutto il midollo ed un piccolo tratto radiale di uno scompartimento legnoso e dei due raggi midollari principali *rm* questo limitanti. Gli altri raggi midollari principali sono indicati dalle linee punteggiate raggianti attorno il midollo. — × 160.

pt - Protoxilema.
vp - Vasi punteggiati.

tr - Tessuto composto di tracheidi.
rm' - Raggio midollare secondario.

Fig. 7.ª — Una tracheide della porzione interna del legno (tolto da un ramo avente 16 mm. di diam.), provvista di punteggiature lineari disposte a spirale, ed isolata coll' acido nitrico a caldo. — × 180.

Fig. 8.ª — Fibra legnosa breve della zona esterna del legno dello stesso ramo. — × 200.

Fig. 9.ª — Sezione trasversale di un internodio con struttura primaria bene differenziata, e dimostrante schematicamente l' intero sistema meccanico. — × 25.

s - Stereoma delle costole degl' internodi.
s' - Stereoma dei fasci periferici o corticali.
s'' - Stereoma dei fasci del cilindro centrale.

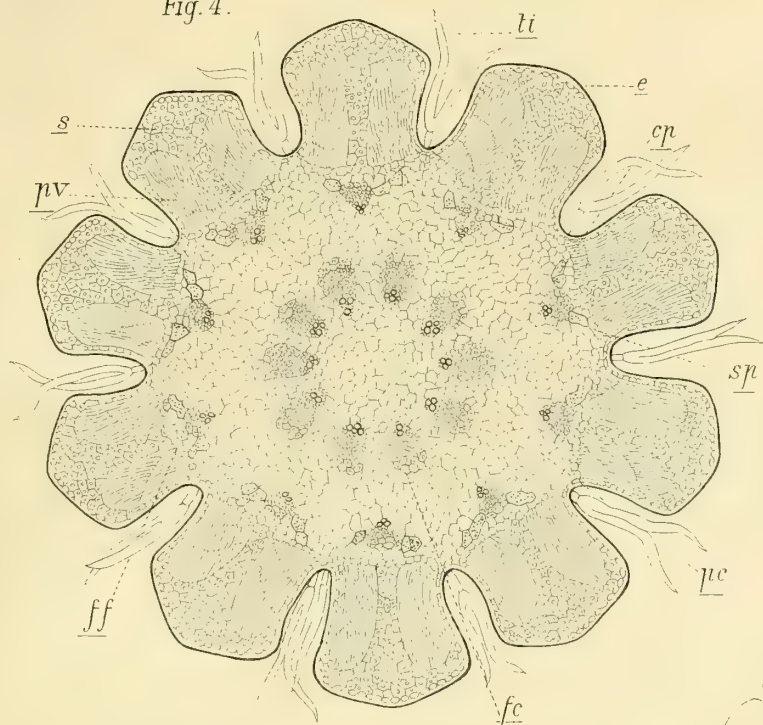



Fig. 4.

Fig. 8.

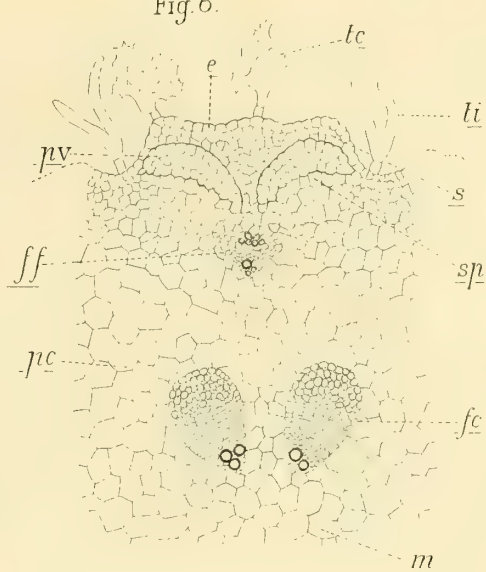



Fig. 2.

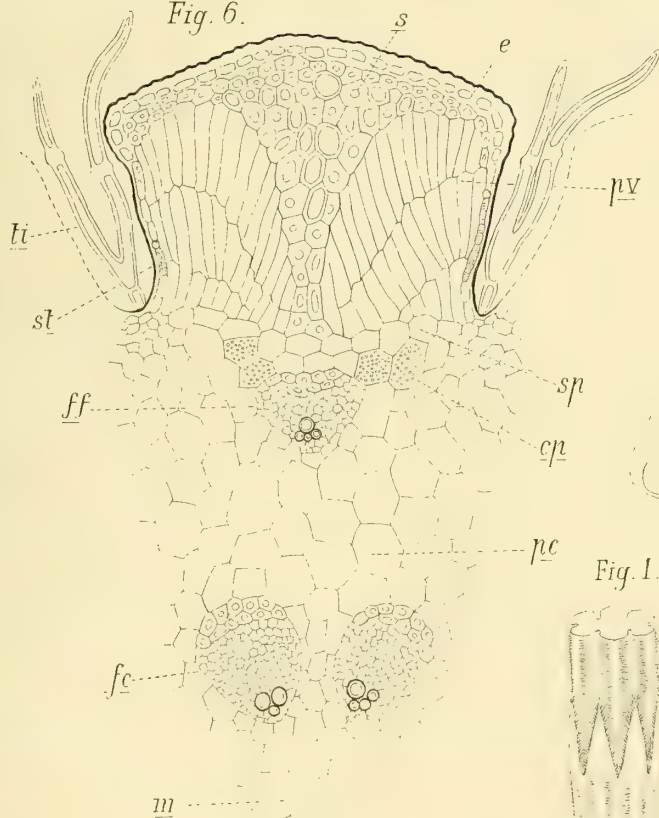



Fig. 7.

Fig. 6.

Fig. 5.

Fig. 1.

Fig. 10.

Fig. 3.

Fig. 9.

F. Morini dis E. Contoli inc Lit. Mazzoni e Rizzoli - Bologna

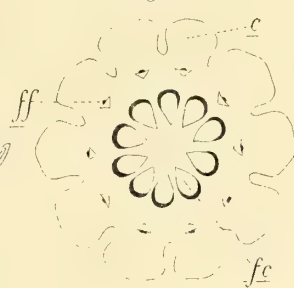
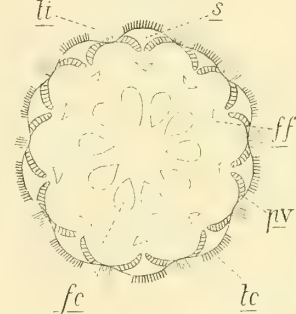
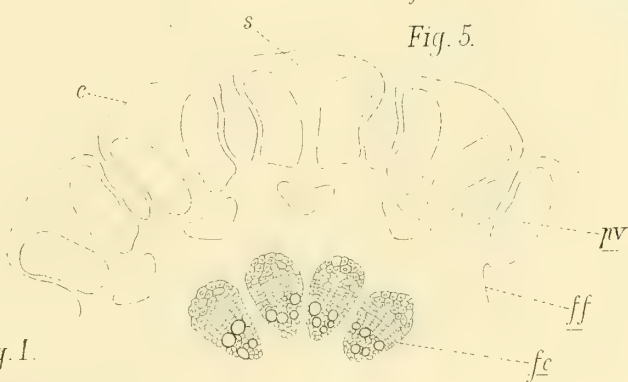
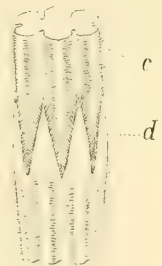
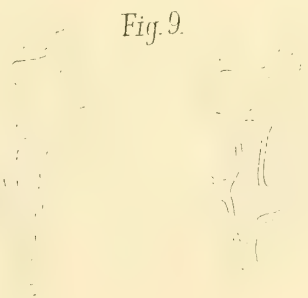
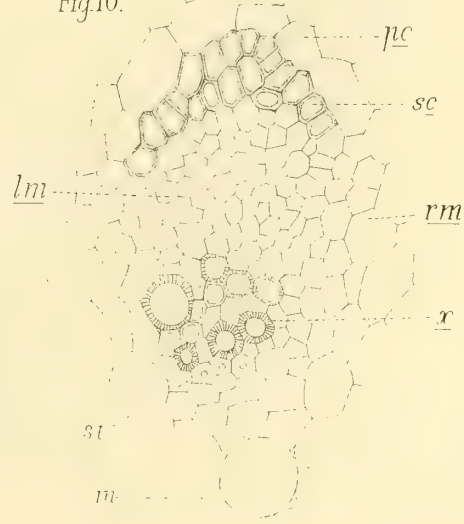
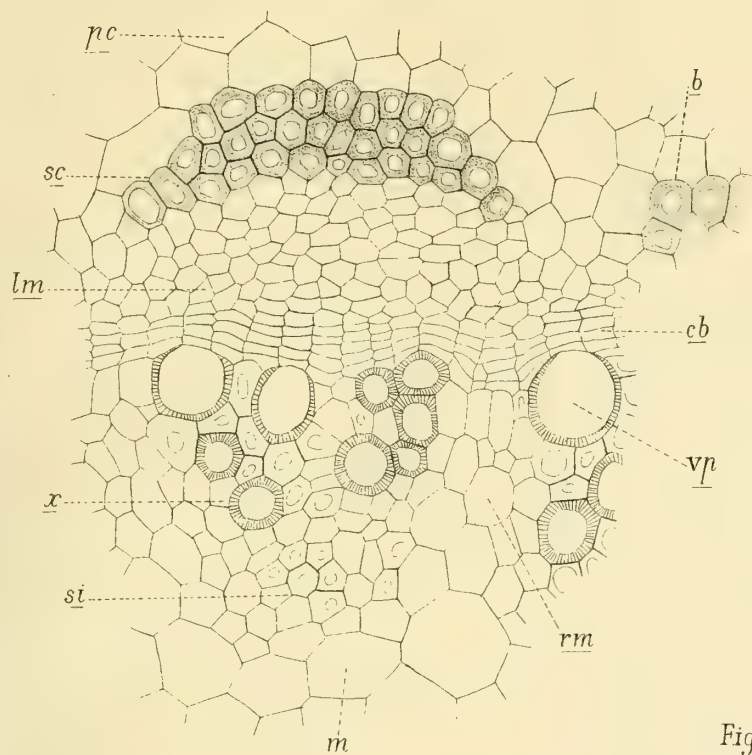
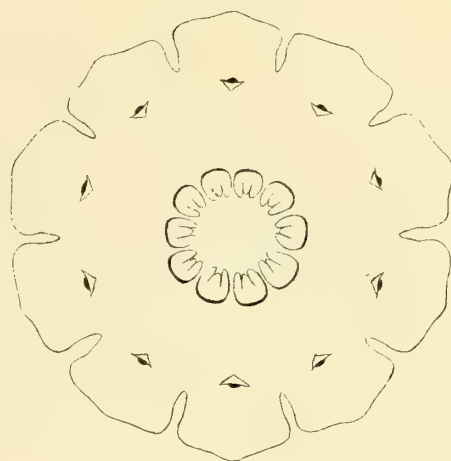
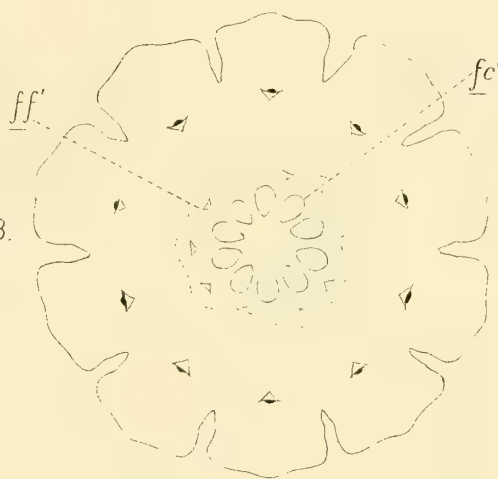
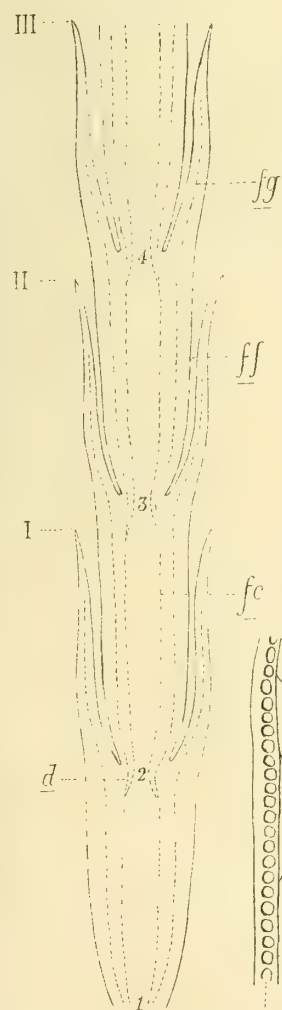
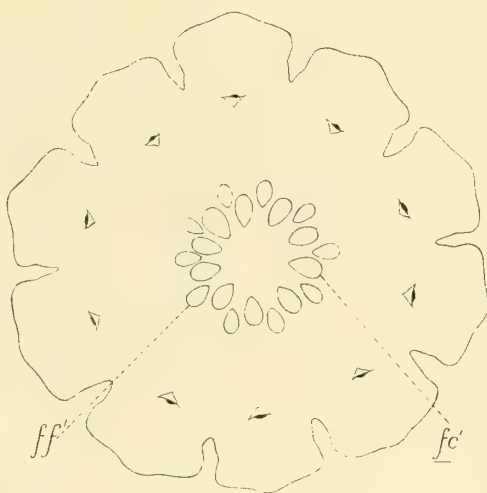
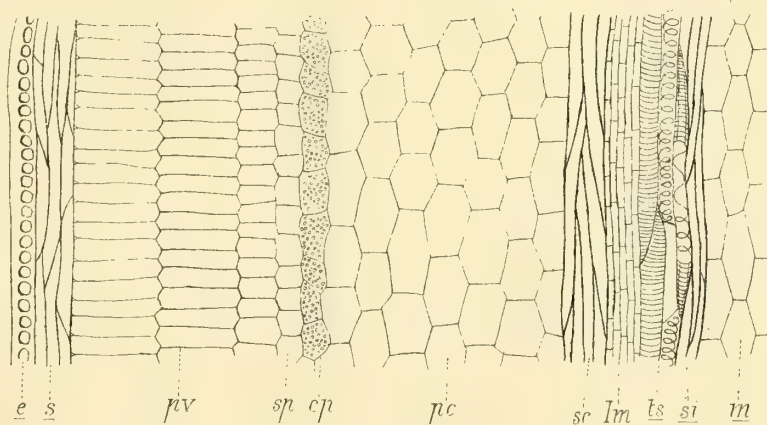
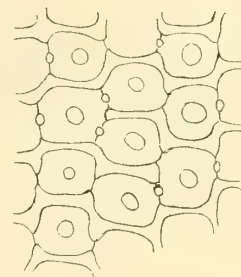
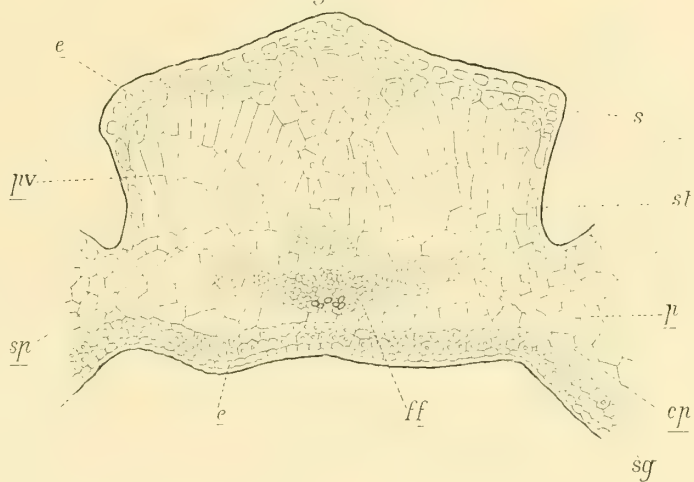



Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 10.

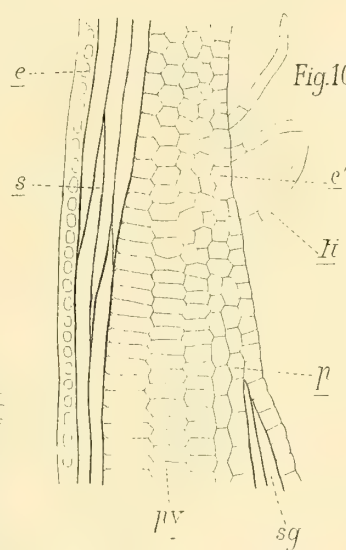



Fig. 8.

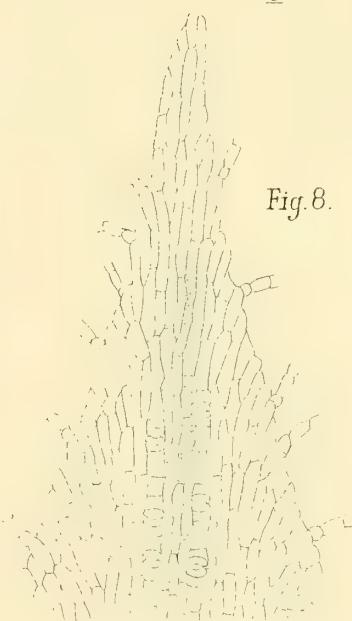



Fig. 4.

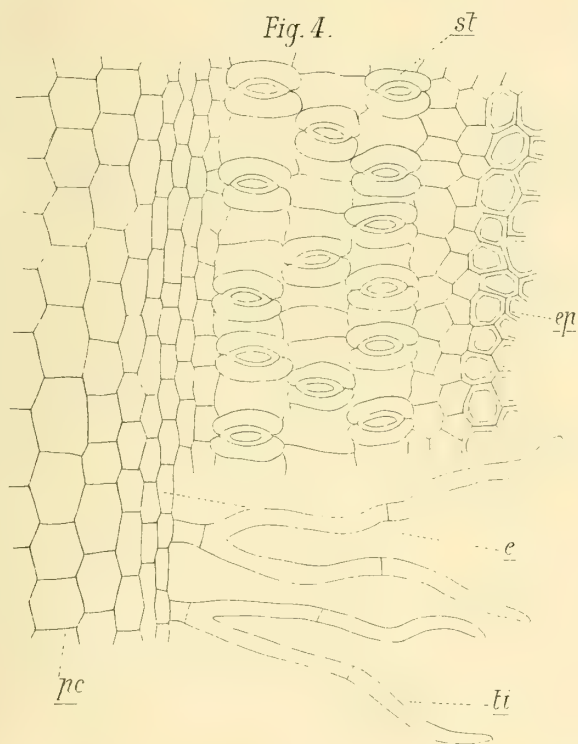



Fig. 7.

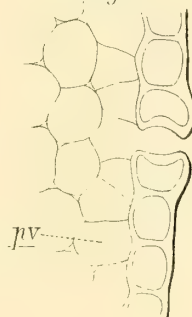



Fig. 9.

Fig. 6.

Fig. 5.

Fig. 3.

F. Morini dis. E. Contoli inc. Lit. Mazzoni e Rizzoli-Bologna

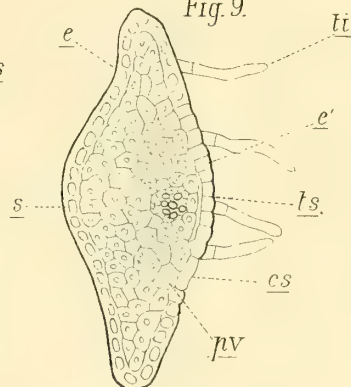
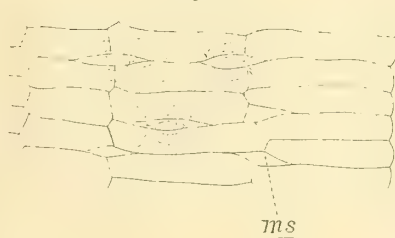
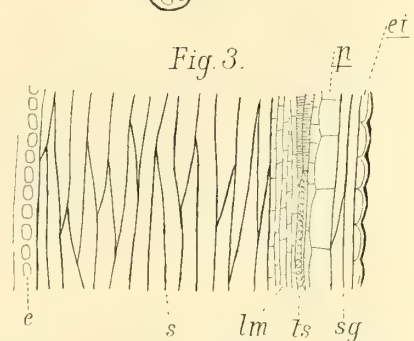
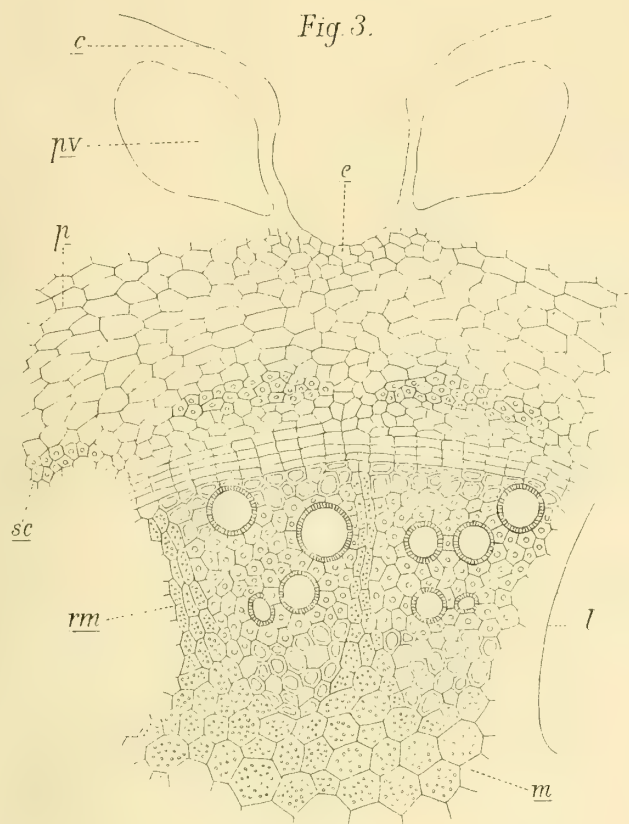
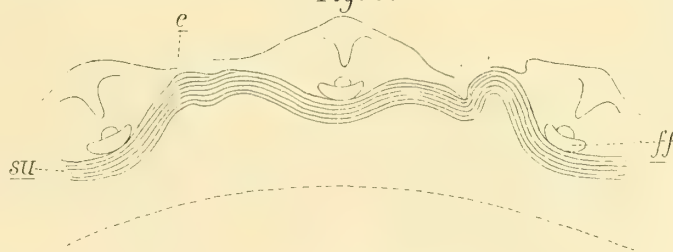
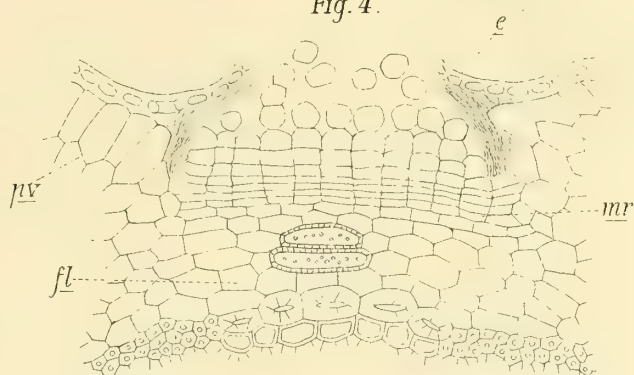
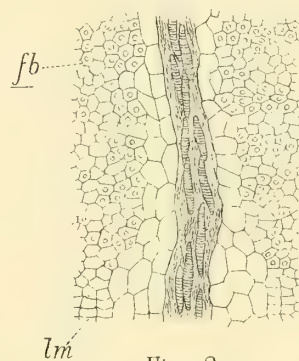
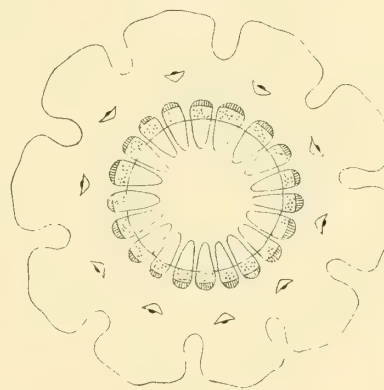
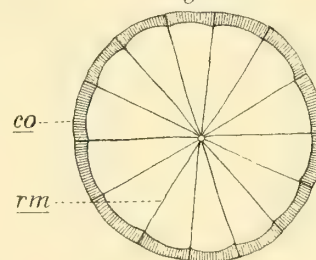
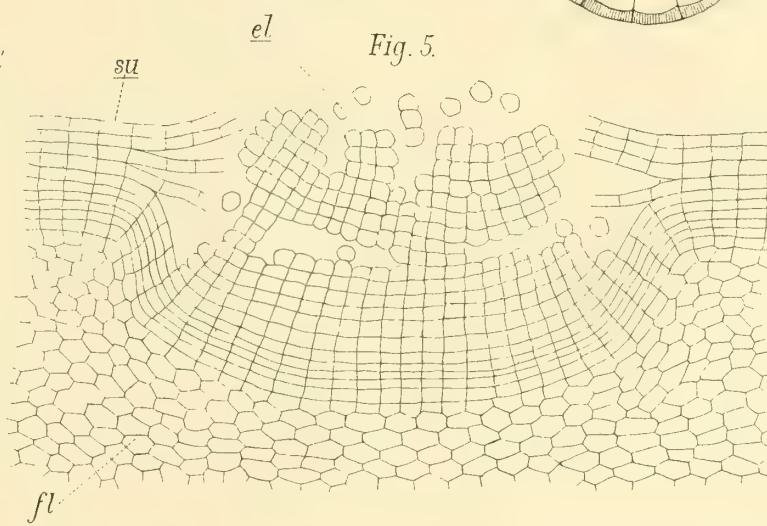
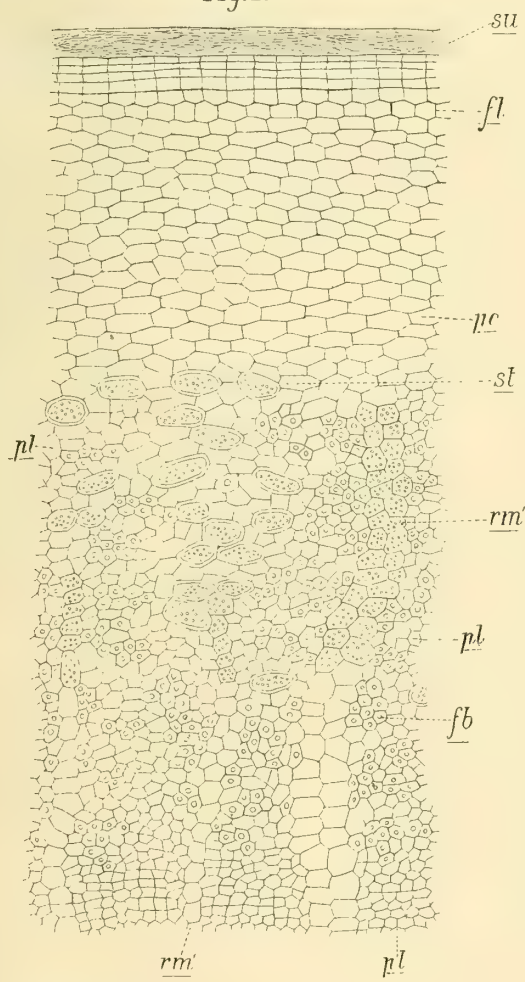



Fig. 1

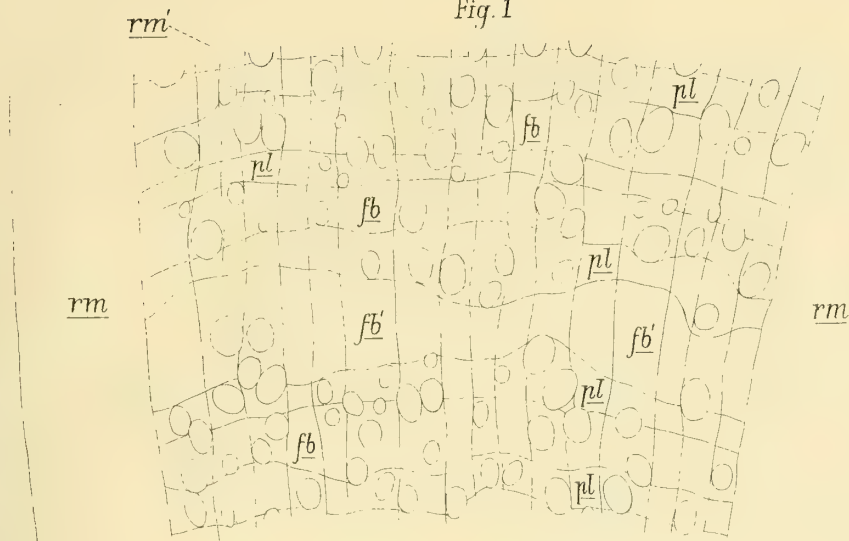



Fig. 5.

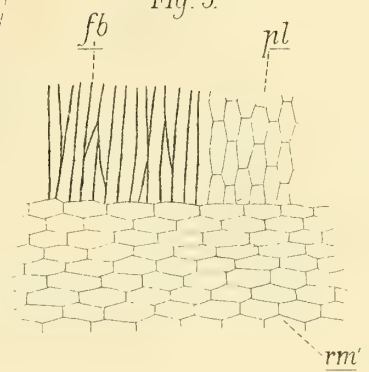



Fig. 3.

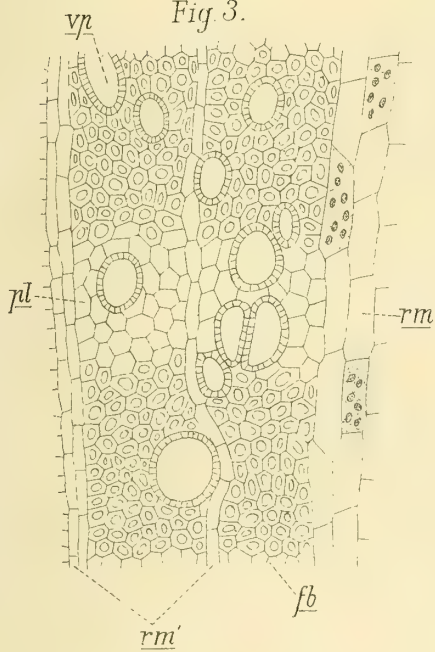



Fig. 4.

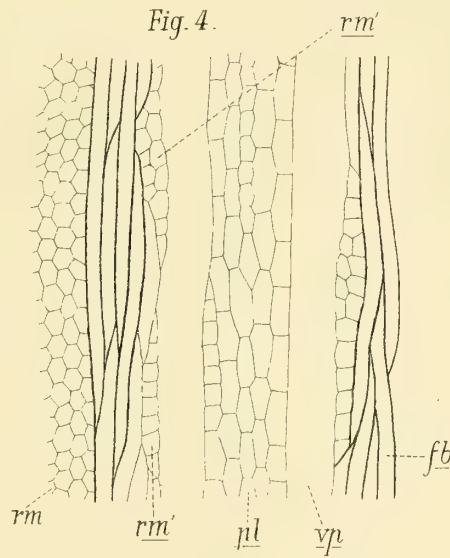
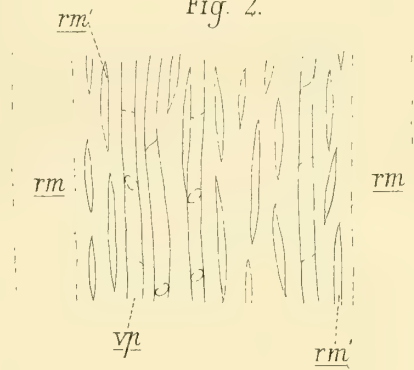
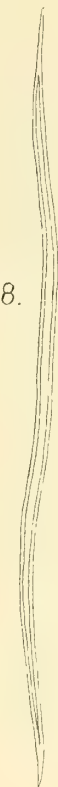
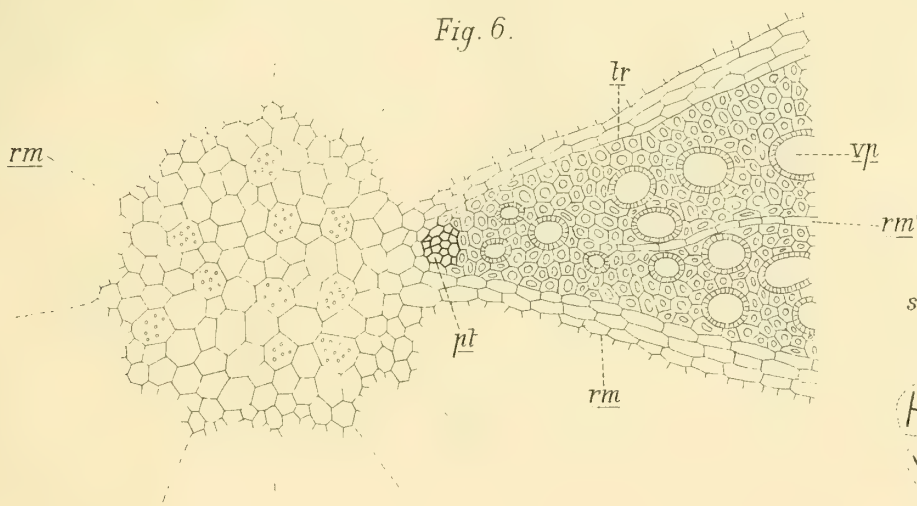
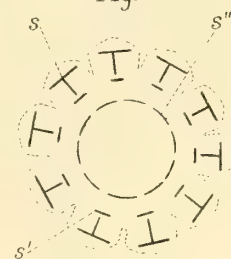
Fig. 2.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 6.

Fig. 9.

F. Morini dis. E. Contoli inc. Lit. Mazzoni e Rizzoli-Bologna.

DESCRIZIONE
DEGLI ESEMPLARI DI SOLFO NATIVO CRISTALLIZZATO
DELLE SOLFARE DI ROMAGNA

RACCOLTI E CLASSIFICATI DALL' AUTORE

NEL MUSEO MINERALOGICO DELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

MEMORIA

DEL

PROF. LUIGI BOMBICCI

(Letta nella Seduta del 27 Maggio 1894).

(CON TRE TAVOLE)

PREFAZIONE

Presento la descrizione della considerevole raccolta di esemplari di solfo nativo cristallizzato, del terreno solfifero delle Romagne; raccolta, relativamente completa, che mi fu dato d'istituire nel corso di parecchi anni per la scuola, e pel Museo Mineralogico della nostra Università.

Dopo un ricordo bibliografico, ed un cenno sulle generalità geologiche e geognostiche del vicino giacimento solfifero, svolgesi, in questa descrizione, la monografia cristallografica del solfo nativo delle principali miniere del Cesenate. Vi si riassumono le indicazioni già fornite su tale argomento dalla memoria qui letta dal Prof. G. Bianconi nel 1860, e vi si tocca la questione sulle più probabili origini, nei giacimenti solfiferi sia di Romagna, sia di Sicilia, del minerale di solfo; ed implicitamente degli altri minerali cristallizzati ad esso concomitanti.

Intendo con questo lavoro di togliere, per quanto mi è possibile, una lacuna nella e sistematica illustrazione dei minerali utili in Italia; tanto più che il numero degli esemplari e la straordinaria bellezza e varietà di molti, nelle serie distinte, costituiscono, per la collezione, un pregio eccezionale che conviene sia noto ed apprezzato adeguatamente.

La collezione di cui è parola contiene 1795 esemplari, ripartiti nelle categorie seguenti:

A - Solfo nativo (cristalli sciolti e gruppi di cristalli liberi, o sopra le ganghe di giacimento), es. 920. — **B** - es. di minerali accessorii (solfati, carbonati; silice ecc. e idrocarburi bituminoidi), es. 420. — **C** - Rocce del giacimento (ghioli, argille, marne, arenarie e strati fossiliferi con ittioliti, filliti, entomoliti ecc. es. 333. — **D** - Infine, es. 47 di prodotti artificiali di raffineria e 75 es. di grande e medio formato, per decorazione della

raccolta ed utili confronti, Totale Es. 1795. — (Altri 250 Es. duplicati, fuori serie e per cambj, stanno nei magazzini del museo).

Dei criteri adottati per la classificazione speciale; e dell'indole delle divisioni dei gruppi porge l'idea sufficiente la successiva e sistematica enumerazione (*).

INDICE DEI CAPITOLI

I.

Ricordo della posizione topografica e della struttura geognostica della formazione solfifera, terziaria, romagnola, e delle miniere che ne dipendono.

Cenno sulle rocce stratificate del terreno solfifero c. s., e sulle sedi, matrici (ganghe) più frequenti, del solfo nativo distintamente cristallizzato.

II.

I cristalli di solfo nativo rombottaedrico, delle miniere ora citate, classificati nella collezione.

Cenni sulle dimensioni, sull'*habitus* e sulle varie modalità dei maggiori cristalli della serie, negli esemplari sciolti e nei loro aggruppamenti. — Le costanti cristallografiche e fisiche rispettive. — Notazioni delle facce che finora vi si osservarono.

La forma primitiva rombottaedrica; sfaldature apparenti, parallele alle facce di questa.

III.

Descrizione dei più interessanti esemplari di cristalli normali, della citata serie di forme, a partire dalle più semplici verso le più complesse, per crescente numero di facce di diverso simbolo.

IV.

Decrescimenti macroscopici producenti facce di simbolo determinato.

Le distorsioni più singolari e appariscenti delle facce e dei cristalli rombottaedrici.

Emiedrie e Emimorfie apparenti.

Gli allineamenti a pile di cristalli tabulari, lunghe e contorte, a verghette prismatiche irregolari, a gradini e solchi trasversali, ed a fasci ricurvi di cristalli ottaedrici.

V.

Le particolarità delle facce dei cristalli, separatamente considerate (striature, solcature, intaccature, sagrinature, punteggiature, increspamenti. Impronte, cellette, depressioni lievissime, a gradini irregolarmente sinuosi, sulle facce.

Tremie per decrescimento regolare. Rilievi lanceolari.

I geminati fin ora rinvenuti nella serie c. s. dei cristalli ottaedrici.

Le iso-orientazioni con esatto parallelismo degli elementi omologhi.

(*) La collezione, contenuta in una delle massime scansie e vetrine dell'aula Meneghini, si associa ad altra analoga, delle solfare siciliane.

VI.

Le sfaldature e le fratture ne' cristalli omogenei di solfo nativo. Sovrapposizioni di lamine sottili, piane, sulle facce $b^1/_2$, del rombottaedro primitivo, e dell'ottuso $b^3/_2$.

Le sovrapposizioni ed i rivestimenti, operati da straterelli cristallini di solfo nativo, sovra le facce di cristalli maggiori, pure di solfo, preesistenti.

I rivestimenti dei cristalli di solfo per opera di veli, pellicole, crosticelle, intonachi ecc., di altre e diverse sostanze.

Cristalli di solfo verdastro; gruppi di cristalli con diverse colorazioni coesistenti.

VII.

Solfo concrezionato, stalattitico, incrostazioni solfuree, cui aderiscono altri gruppi di cristalli.

Solfo di seconda formazione, sulle marne brecciformi, e sulle ganghe screpolate, rimaneggiate, consolidate.

VIII.

Es. geodiformi, in ganghe diverse, con rivestimenti di cristalli di solfo, calcite, selenite, ed inzuppamenti di bitume Cristalli di varie sostanze, su crosticelle bituminifere di Calcite ecc.

IX.

La struttura sferoedrica nel solfo nativo.

Depositi cristallini di solfo con porosità allineate tubulari, e canaletti attraversanti.

X.

Es. colossali, degni di speciale menzione.

XI.

Il solfo amorfo, compatto, opaco, di apparenza cornea o saponacea, in arnioni e noduli. Il solfo che fossilizza fusti e tronchi di legno carbonizzato, con gesso, silice, ed altre sostanze.

XII.

La silice cristallizzata, calcedoniosa, jalitica e concrezionata, *geyseriana*, nelle ganghe e nelle cristallizzazioni del solfo.

XIII.

Ricordo delle cristallizzazioni di Celestina, di Epsomite, di Calcite e Aragonite, nelle solfare di Romagna.

XIV.

Prodotti di raffinazione del solfo greggio. Campioni commerciali ecc.

XV.

Rapporti di posizione e di età fra il solfo cristallizzato e i minerali che vi si accompagnano, essi pure cristallizzati.

XVI.

L'origine del solfo nativo nelle solfare romagnole.

Capitolo I.

Topografia e geognosia delle miniere principali, della formazione terziaria solfifera romagnola. — (Serie geologica delle relative rocce, cronologicamente classificata).

L'area di territorio che nell'Appennino romagnolo presenta giaciture — industrialmente utili — di Solfo nativo, in un cogli strati, banchi ed ammassi di Gesso, e con letti o lenti di salgemma, infiltrazioni di bitume, e con i soggiacenti depositi di tripoli, puó dirsi circoscritta da un irregolare quadrilatero, a lati curvilinei e sinuosi, due angoli del quale, a Nord, coinciderebbero colle città di Forlì e di Pesaro sulla via Emilia e sulla ferrovia fiancheggiante, Bologna-Ancona; e i due a Sud, colle città di Sarsina e di Urbino. Nel centro sta, in pieno miocene, con affioramenti di argille scagliose sollevatrici e di trabocco (cretacee superiori), la Repubblica di S. Marino.

In quest'area, che é tutta di sedimentazione terziaria nella parte superiore e nota, ed é geologicamente coordinata alla zona gessifera, *miocenica superiore*, che dalle colline dell'Astigiano corre, con direzione N.N.O-S.S.E fino ai dintorni di Ancona, si trovano infatti le miniere solfifere che fin ora si coltivarono più utilmente e da più remoti tempi in Romagna; quelle, ad es. della Perticara e Marazzana, di Formignano e Montevecchio, e delle tre Boratelle.

Spetta alle due prime miniere, e segnatamente a quella della Perticara, il relativo onore di avere generosissimamente fornito alle collezioni mineralogiche i più splendidi, vistosi e preziosi esemplari di Solfo e di altre specie cristallizzate; come ne dà prova eccellente la collezione appunto del Museo bolognese che qui viene adesso descritta.

Le miniere solfifere più notevoli, attivate in Romagna e nella citata area, sono indicate nella lista seguente, in ordine alfabetico dei nomi:

Miniera Albani — Boratelle — Borello — Busca — Campitello — Casalbuono — Formignano — La Costa — Luzzena e Fosso — Marazzana — Monteguzzo — Montemauro — Montevecchio — Perticara — Piaia — Polenta — Predappio — Rovereto — Val di Noce e Venzi.

Gli affioramenti delle principali fra queste miniere permettono di distinguervi tre gruppi: Perticara e Marazzana, affioramento più vicino e quasi parallelo all'asse orografico dell'Appennino; affioram. di Casalbuono e Val di Noce, più lontano dall'asse c. s.; affioram. Montevecchio, Busca, Formignano, più vicino alla zona pianeggiante, e intersecante la valle del Ronco.

I lati dell'area delle rocce solfifere, *con coltivazioni minerarie* attivate o attivabili possono valutarsi di circa 45 Km. in media; ossia, l'area intiera di circa 2000 Km².

Per la loro posizione geologica, li strati della form. gessosa-solfifera, miocenica, rientrano nella serie detta - STRATI A CONGERIE - del miocene superiore.

Gli spessori più frequenti, anzi abituali, dei varj strati solfiferi, *utili*, variano da 30 a 40 centim.; ma non sono rari quelli di un metro e quelli che per eccezione raggiungono un massimo di tre metri in qualche tratto della loro estensione.

Lo spessore complessivo della formazione solfifera, e così quello speciale dei singoli terreni fu valutato dallo Scarabelli, che riferivasi alla località di Formignano di oltre 160 metri e nei rapporti seguenti (*):

Marne cenerognole; strati di molassa; marne con straterelli di calcare e molassa	m.	18, 60
Marne con due letti di grumi, e arnioni gessosi, cogoli di solfo amorfo, cui s' interpone uno straterello calcare, e cui sottostà uno strato sottile di molassa	»	17, 80
Marne cui si alternano straterelli di molassa, altri più sottili di gesso, con vene di *sericolite* attraversanti	»	14, 33
Grosso strato gessoso detto *segone*	»	1, 60
Marne con noduli sferoidali di gesso cristallizzato	»	49, 50
Circa dieci strati di marne e schisti, con resti di *Lebias* ed altre ittioliti, cui s'interpongono, alternandosi, undici strati di gesso, detti *seghe*	»	13, 80
Minerale di solfo e calcare marnoso, cenerino, grossolano, detto *cagnino*	»	3, —
Marne e schisti *foglieitati* alternanti, con filliti, ittioliti e diatomee	»	44, 10
Marne a piccole bivalvi	»	3, 20
	m.	165, 53

Se peraltro si tien conto soltanto degli strati che direttamente spettano alla formazione solfifera coltivata, e si prende la media dei loro spessori, si trovano, per questa media, tutt'al più 30 metri; avendosi un massimo di circa 100 m. nel giacimento di Polenta, ed un minimo di circa tre metri, in altri delle Marche.

La direzione media degli strati solfiferi è di 20° N.E ... S.O, terr. nella min. di Perticara; di E.O, in quella di Marazzana; e di 33° N.O in quella di Formignano. Inclinazioni, oscillanti intorno a 25° ... 30°. Giungono a 38°, immergendo verso l'asse appenninico, negli strati di Formignano.

(*) Scarabelli — Monografia della Provincia di Forlì. Parte geologica.

La tettonica dei terreni miocenici superiori di sedimento, quelli compresi degli strati a congerie e della zona solfifera, presenta ampj tratti di stratificazioni concordanti, con lunghe e più o meno ampie interruzioni, accompagnate da faglia; donde frequentissimi i dorsi uniclinali. Questi uniclinali vedonsi per lo più immergenti — come nel Bolognese — verso N. o N.E; ma in casi speciali, e più vicini al limite Adriatico, essi immergono a Sud. E di tale disposizione dà bellissimo esempio il monte Titano, di S. Marino, in analogia del Montovolo e de' monti di Riola, per es., nel Bolognese. Il territorio vi é, come nel Bolognese, estesamente sconnesso e tormentato da spostamenti, ripiegature e frammentazioni degli strati; da intromissioni di argille più antiche, e di materie di origine idrotermale; alla Perticara si ha un grandioso ripiegamento sinclinale dello strato solfifero, il quale, descritta una curva a breve raggio in basso, e a Nord della flessione, si eleva fino a giungere in affioramento verso Monte Pincio.

Anche i nomi e le designazioni di questi giacimenti italiani di industrie estrattive non sono riusciti esenti dai soliti sbagli, di geografia e di ortografia, quasi costantemente indotti nei libri di autori stranieri. Per es. il Naumann cita il solfo di Ferrara, dove non esiste solfo nativo; e tace di quello delle miniere del Cesenate, del Forlivese, ecc., in Romagna; e nell'opera del Dana si citano queste stesse miniere solfifere, ma come se esistessero nei territorii di Bologna e di Roma.

Pochi hanno scritto sulle miniere di cui é parola; pochissimi ne hanno illustrati i minerali e i cristalli. Credo che la prima pubblicazione notevole in proposito sia la « Monografia delle forme cristalline del solfo ecc. », presentata all'Accad.ª, nel 1860, dal Prof. G. Bianconi. Il Prof. D. Santagata analizzó le rocce della min.ª di Perticara e l'Ing. Gaudenzi i minerali di solfo, per iscopo tecnico. L'Ing. Pietro Bianchi pubblicó nel 1863 (Torino), una buona, sebben concisa monografia: « Sulle miniere solfuree di Romagna »; altri ingegneri di queste miniere indirizzarono, annualmente, alle ammin. sociali, rapporti più o men feraci di osservazioni geologiche; io pure, nel 1861, diedi un cenno del giacimento solfifero romagnolo nel mio « Corso di Mineralogia », e cosí nella ingrandita edizione del 1875. Ma é fuor di dubbio che le più copiose e sicure notizie di stratigrafia, geognosia ecc., del deposito solfifero trovansi comprese nella magnifica « Descrizione della carta geologica del versante settentr. dell'Appennino (Forlí 1880) », dovuta al geologo e scienziato illustre, Senat. G. Scarabelli.

(Per alcuni interessanti notizie su cristalli di solfo d'altri paesi, v. nota finale 1ª.)

LE ROCCE STRATIFICATE DEL TERRENO SOLFIFERO DI ROMAGNA.

N. B. *Nella zona emiliana il pliocene inferiore, sovraincombente agli strati* c. s., *è rappresentato dalle argille marnose, dalle marne, dai conglomerati, dalle marne glauconifere a globigerine, ad echinodermi ecc., dalle marne piritifere, ecc.*

MIOCENE SUPERIORE — **STRATI A CONGERIE** — (Es. 23101 .... 131).

Marne grigie mioceniche superiori.
Calcari marnosi a foraminifere (corrisp. ai Trubi di Sicilia.)
Conglomerato con ciottoli improntati.
Tufi palombini e Calcari marnosi. — Es. 23101. — Marne compatte azzurrine. — Es. 23102.
Calcari cristallini senza solfo (d.i *perciuliati*, lacustri Sicil.)
Gessi superiori, saccaroidi o cristallini in parte (var. alabastrina in massa biancastra, variegata, traslucida, con diffusioni di argilla e filtrazioni di bitume). — Es. 23103-23105.
Marne solfifere — Minerali di solfo — Var. d.a *solata* o *rigatina*.
» Minerale massiccio (blocco grande e due minori). Min.a di Piaia. — Es. 23142 .... 23144.
» M. ricco di Cà Bernardi (Ancona). — Es. 23145.
» M. ricco a struttura scagliosa (Perticara). — Es. 23106.
» M. c. s. massiccio (Perticara). — Es. 23107.
» M. *migliorato*, ricchezza media (c. s.) — Es. 23108.
» M. di 2.a qualità (c. s.) — Es. 23109. — D.o di 3.a qualità, povero. — Es. 23110 .... 23111.
» M. delle zone fra il gesso; con calcare, nidi e vene di solfo puro, più o meno ricco (Marazzana) — Es. 23112 .... 23114.
» M. del banco fra le marne — Var. compatte, argillose, con vene finissime di solfo puro; o con preval. di arenaria calcarea, nidi di solfo o filoncelli pure di solfo, paralleli fra loro; var. d.a *solata* o *rigatina* (c. s.) — Es. 23115 .... 23120.
Marne solfifere a straterelli (var. solate), con alternanza di solfo, gesso, marna ecc. — Es. 23121.
Marne fetide, grigio-cupe (*ghioli*), con idrocarburi, vene di sericolite ecc. — Es. 23122.
» Minerale delle zone fra il gesso, poverissimo di solfo, con larghe vene di calcare bianco, alquanto solfifero (*Partimento*). — Es. 23123.
Gessi metamorfici detti *mugnoni* e *briscali* alquanto solfiferi (Pergola-Urbino. — Es. 23124.
Arenaria calcare, tufi calcarei (*arenazzoli*) con granuli di solfo in diffusione. — Es. 23125.
Arenaria con vene e granuli di solfo nativo (c. s.) — Es. 26126.
Calcari concrezionati, siliciferi, con cellule occupate da cristallini di solfo (c. s.) — Es. 23127.
Calcare a strati con geodi rivestite di piccoli cristalli di Celestina, nella marna compatta solfifera (Formignano). Es. 23128.
Calcari concrezionati, geodici, bituminiferi inferiori (Perticara). — Es. 23129.
Calcare grigio-cupo compatto, bituminoso, con fratture, screpolature ecc., injettate di bitume, e nidi di Celestina (Marazzana). — Es. 23130.
Marne biancastre, fogliettate, con diatomee, con ittioliti, filliti, entomoliti ecc. (rappresentanti il Tripoli propriamente detto).

MIOCENE MEDIO.

Arenarie, marne quarzifere — Conglomerati ecc. — Marne con salgemma ecc.

(segue la serie non solfifera)

Macigno oligocenico (o miocenico infer.) Perticara. — Es. 23131.
(ed altre rocce della serie discendente).

Le marne biancastre, fogliettate ecc., a diatomee a ittioliti, filliti ecc., del terreno solfifero romagnolo. (Es. 149). — Es. 33146 .... 168 .... 294.

Il precedente prospetto fa conoscere la posizione stratigrafica che nella serie delle rocce gessoso-solfifere occupano i letti di marne bianchiccie fogliettate, con ittioliti, entomoliti e filliti, dello stesso orizzonte (Sarmatiano) del Tripoli di Sicilia, dei dintorni di Ancona, de' monti livornesi, e di altre località.

La collezione del Museo, dovendo servire all'unico intento di completare la serie litologica che vi rappresenta il piano — strati a congerie —, così risulta di soli 195 esemplari, dei quali N. 22 ittiolitici, di Santangelo di Senigallia; N. 10 di Talacchio pr. Urbino (23169 .... 178); N. 6 di Formignano (Cesena) (23179 .... 184); N. 8 di Perticara (23185 .... 192); N. 88 di Mondaino (23207 .... 294). Poi N. 12 esemplari di filliti di Formignano (23295 .... 306); N. 32 c. s. di Santangelo (23307 .... 338); N. 13 c. s. di Sirolo (23339 .... 351); N. 4 entomoliti di Santangelo (23352 .... 370). — Fuori serie, in appendice, N. 14 esemplari del Tripoli a ittioliti di Sicilia (23193 .... 206).

I pesci degli es. ittiolitici appartengono ai generi Clupea, Alosa, Osmerus, Lebias, Lepidopus, e fors'anco Anapterus e Acanthonemopsis, ma dubitativamente.

Le filliti degli es. della stessa formazione miocenica vennero riferite alle famiglie seguenti:

Conifere (gen. Taxodium, Sequoia, altri indet.) — Cupulifere (gen. Quercus, Carpinus) — Gigliacee (gen. incerti) — Salicinee (gen. Populus) — Urticacee (gen. Ficus e Planera) — Thymelacee (gen. Pimelea) — Laurinee (gen. Cinnamomum, Laurus, Persea) — Ramnacee (gen. Rhamnus) — Sapindacee (gen. Sapindus) — Liquidambaree (gen. Liquidambar). — Cosicchè, in collezione 14 es. di gimnosperme, 2 es. di monocotiledoni, 45 es. di dicotiledoni, dei quali 26 bene determinati.

Mi è grato dovere il ringraziar qui, pubblicamente, l'egregio amico e già discepolo naturalista, Sig. Dott. Lucio Gabelli, che si compiacque studiare e classificare gli es. di cui è parola.

Le impronte di larve d'insetti spettano tutte al gen. Libellula, sp. Libellula Doris.

Considerando ora più direttamente lo strato solfifero, in relazione alle ganghe o matrici del minerale, può dirsi, che gli ammassi di Solfo nativo e le sue cristallizzazioni si produssero nel piano gessoso-solfifero, *dovunque fu loro consentito dallo spazio, e dal processo idrotermale di precipita-*

zione ecc.; indipendentemente, cioè, dalla struttura litologica del terreno o degli strati che vi si alternano; e indipendentemente ancora, sia dalle qualità mineralogiche delle rocce formanti le pareti dei tramiti che addussero le reazioni generatrici del Solfo, sia dai minerali d' incrostazione o rivestimento delle pareti medesime.

Ne segue che le geodi con cristalli di solfo, le vene, le disseminazioni dei cristalli stessi, accompagnati o no da Selenite, da Calcite, da Quarzo, ecc., si presentano tanto nelle marne compatte, o a strati sottili (es. 22368, 22395, 40269, e tanti altri che sarebbe inutile il citare), quanto nelle breccie costituite da frammenti di esse marne più indurate e litoidi (es. 22811); inoltre, sui blocchi spezzati, con belle reticolature bianco-giallastre di Aragonite, o di Calcite a straterelli, ed a superficie finissimamente cristalline, con cavità o fissure irregolari simili a venuzze di filone (es. 22174); ci si presentano pur anco nei banchi gessosi, e compenetrano i limpidi cristalli di Selenite, restandovi completamente inclusi (es. 22701 .... 730); vediamo pure, i cristalli di solfo, pigliar posto nei vacui del calcare concrezionato e dei calcari siliciferi, del piano inferiore della formazione che fa passaggio alle marne ad ittioliti e diatomee, (es. 22388 .... 391); e analogamente sulle concrezioni, altrettanto cellulari, o porose, della silice geyseritica, o idrotermale (es. 22945 .... 954); inoltre li vediamo sulla Calcite cristallizzata (es. 21694, 22839); sull'Aragonite in grossi prismi mimetici (es. 22840 ... 852); sui cristalli di Celestina (es. 22642 .... 677); infine, nel modo più cospicuo e notevole per la inerente perfezione e limpidezza dei singoli cristalli, sul bitume in massa; il quale, viscoso, quasi fluente, impregna le rocce marnose o calcaree nelle salbande, e rappresenta una specie di *acqua madre* per il solfo nativo che vi si purifica e vi cristallizza; es. 22341 .... 343, disseminazioni; 22272, geode di bitume e di cristalli; es. 40309 ecc., compenetrazioni e miscele di bitume e di solfo.

Capitolo II.

I cristalli di solfo nativo rombottaedrico delle miniere solfifere di Romagna, compresi e classificati nella collezione. — Cenni sulle dimensioni, sull' *habitus* e sulle modalità dei maggiori cristalli c. s., della serie medesima, nelle singole forme e nei loro aggruppamenti. Le costanti cristallografiche e fisiche rispettive. — Notazioni delle facce che fin ora vi si osservarono.

Non sussistendo alcun dubbio sulla simmetria ortorombica, biasse, nei cristalli di solfo nativo de' giacimenti italiani, e di tanti altri; e nemmeno sulla scelta della forma primitiva o fondamentale a tipo rombottaedrico, tipo facilmente riproducibile, in modo cospicuo e molto istruttivo nei laboratori, così giova di notare, fin d' ora, che i mineralogisti e i cristallografi

i quali calcolarono in seguito alle proprie personali misurazioni dei cristalli suddetti, i rapporti dei parametri, *ottennero valori alquanto diversi*, in conseguenza dell'aver trovate diverse le tre incidenze degli angoli diedri del rombottaedro primitivo. — Vale a dire, che nelle forme cristalline del solfo nativo, fra i valori di incidenze omologhe, spettanti ad angoli diedri di una stessa specie di spigoli, e come bene s' intende, misurate su cristalli diversi, furon trovate, da osservatori competentissimi, differenze notevoli. Si sa che fatti consimili riscontransi abitualmente in quasi tutte le più diffuse specie minerali, nelle cui zone le facce sono incontrate da assi di diversa elasticità fisica, e delle quali i cristalli si traggono da giaciture distinte. In generale, le misure goniometriche di spigoli omologhi, ne' cristalli di una data specie, e nelle zone di prismi ortorombici e clinoedrici, ma tratti da giacimenti diversi, o da regioni diverse dello stesso giacimento, non dànno quei risultati di *identità* che la teoria presuppone, pei valori angolari di quelli spigoli; perciò differenze non trascurabili fra quantità parametriche correspettive, riferite ad una comune unità di misura.

Varie possono essere le cause di questo fatto, e per lo più inerenti all'ambiente; i periodi della maggiore loro attività, debbono corrispondere a quelle fasi lunghissime di accrescimento de' cristalli che succedono alla primissima genesi delle particelle fisiche e poliedriche, elementari; alcune possono essere più o men vittoriosamente rimosse nelle riproduzioni artificiali dei cristalli, mercè i migliori processi di laboratorio. Comunque sia, i rapporti fra le lunghezze dei parametri non possono rappresentare vere, assolute *costanti*. Posson dirsi tali in modo convenzionale, ravvisandovi una inevitabile incostanza, allorché spettino a cristalli trimetrici e clinoedrici. Quindi, pur affermando la necessità di misurazioni le più esatte e numerose che ci sia possibile, sarà sempre utilissimo il tentar di scuoprire e di classificare le cause delle variazioni c. s., in ogni singolo caso.

Circa il rapporto fra i parametri dell'ottaedro fondamentale mi contento di trascrivere i risultati seguenti:

	a	:	b	:	c	**Solfo nativo:**
Arzruni	0, 81365	:	1	:	1, 89863	di Zielenzig.
»	0, 81070	:	1	:	1, 90053	di Oker.
Brezina	0, 81300	:	1	:	1, 90370	?
Busz	0, 81510	:	1	:	1, 90960	di Bassick (N. Am.)
»	0, 81380	:	1	:	1, 90510	di Müsen.
Dana	0, 81300	:	1	:	1, 90370	di Rabbit Hill (Nevada).
Delafosse	0, 81301	:	1	:	1, 90243	?
Molengraaf.	0, 81413	:	1	:	1, 90410	Vulc. Indie occ. Isola Saba.
Rose	0, 81080	:	1	:	1, 90430	
Dalle medie seg.ti .	0, 81011	:	1	:	1, 89687	(V. trattati speciali ecc.)
Dalle medie mie . .	0, 81264	:	1	:	1, 90880	Miniere di Romagna.

Ed ecco i valori angolari trovati, o accettati, per gli spigoli della forma precedente, dai mineralogisti e cristallografi di cui riporto i nomi:

	$b^{1/2}_{\wedge} b^{1/2} = 111 \wedge \bar{1}11$ (spig. culmin. primi)	$b^{1/2}_{\wedge} b^{1/2} = 111 \wedge \bar{1}\bar{1}1$ (spig. culmin. secondi)	$b^{1/2}_{\wedge} b^{1/2} = 111 \wedge 11\bar{1}$ (spigoli laterali)	$M:M$ (prisma)
BEUDANT.	106°, 38′	84°, 58′	143°, 17′	
BLUM.				101°, 46′
DELAFOSSE.				
KLOKMANN.				101°, 58′
NAUMANN				101°, 47′
SHEPARDT				
TSCHERMAK				101°, 59′
HAÜY	107°, 18′, 40″	84°, 24′, 4″	143°, 7′, 48″	
DANA.	106°, 25′	85°, 07′	143°, 23′	101°, 46′
DUFRENOY				101°, 46′
LAPPARENT				
SCHRAUF				

La frequente identità delle cifre date in ciascuno dei gruppi c. s., per questi valori fa vedere che vari autori di trattati ecc., accettarono e trascrissero le cifre date da altri autori precedenti.

Per mio conto ho misurato sopra una trentina di piccoli e nitidi cristalli del solfo di Perticara, le incidenze di oltre 70 spigoli, ad una temperatura oscillante intorno a 15°, cent. Ho preso più volte, per le singole incidenze, la media delle osservazioni di cui non erano distanti i risultati numerici.

La distanza massima ne' risultati delle dirette misurazioni di angoli omologhi capitò nella serie 111 $\bar{1}$11 (spig. culm. ottusi); ivi ebbi, da 17 misurazioni, cinque incid. = 106°, 10′; due, = 106°, 20′; quattro, = 106°, 30′, ed altre intermedie, tranne le due = 106°, 5′ (minima) e 106°, 40′ (massima): quindi la distanza c. s. = 0°, 35′ fra i valori di due individui, *estremi della serie.* Le medie definitive ottenute sono:

$b^{1/2} \wedge b^{1/2}$ (sp. culm. ott. 17 misur.)	= 106°, 12′ (*)	$b^{1/2} \wedge P$ (11 misur.)	= 108°, 36′
$b^{1/2} \wedge b^{1/2}$ (sp. culm. ac. 12 misur.)	= 85°, 04′	$b^{1/2} \wedge b^{3/2}$ (2 misur.)	= 153°, 55′
$b^{1/2} \wedge b^{1/2}$ (spigoli laterali)	= 143°, 26′	$b^{3/2} \wedge P$ (2 misur.)	= 134°, 22′
$b^{1/2} \wedge e^{1}$ (11 misur.)	= 132°, 46′	$M \wedge M$ (2 misur.)	= 101°, 5′

(*) Ritenendo i due valori seguenti, il calcolo dà 106°, 26′; e per $b\,{}^1\!/_2 \wedge P$, 108°, 17′.

Queste medie si avvicinano più a quelle ammesse dal Dufrenoy, dal Dana, dallo Schrauf e sopratutto a quelle di G. Rose, che non alle altre. Comunque sia, le oscillazioni interessano quasi esclusivamente la seconda decimale; non alterano il concetto della specie mineralogica — ed è questo

che preme realmente —; completano quello della legge fondamentale di razionalità; lasciano illesi i simboli nelle notazioni delle facce ed impediscono le esagerazioni nei criteri puramente geometrici, ed *a priori*, nella teoria della cristallizzazione.

La serie delle faccie e delle zone che si osservarono nei cristalli della collezione, può rilevarsi dal seguente prospetto:

Forme semplici		Lévy		Whewell	Naumann	Dana	Miller
Ottaedro	prim.^{vo}	$b^{1/2}$	=	$a : b : c$	P	1	111
» ottuso	»	$b^{3/2}$	=	$a : b : \frac{1}{3}c$	$\frac{1}{3}P$	$\frac{1}{3}$	113
» acuto	»	b^{1}	=	$a : b : \frac{1}{2}c$	$\frac{1}{2}P$	$\frac{1}{2}$	112
Pinacoide basale	»	P	=	$\infty a : \infty b : c$	OP	O	001
» 2° vertic.	»	g^{1}	=	$\infty a : b : \infty c$	$\infty\breve{P}\infty$	$i\breve{i}$	010
Brachidomo	»	e^{1}	=	$\infty a : b : c$	$\breve{P}\infty$	$1\breve{i}$	011
Macroprisma vert.	»	M	=	$a : b : \infty c$	∞P	I	110

Combinazioni osservate		Es.
$b^{1/2}\, b^{3/2}$	111 . 113 . »	4
$b^{1/2}\, b^{1}\, b^{3/2}$	111 . 112 . 113	1
$b^{1/2}\, P$	111 . 001 . »	3
$\mathbf{b}^{1/2}\, b^{3/2}\, P$	»	6
$\mathbf{b}^{1/2}\, P\, b^{3/2}$	111 . 113 . 001	5
$\mathbf{b}^{3/2}\, b^{1/2}\, P$	»	8
$b^{1/2}\, e^{1}$	111 . 011 . »	1
$\mathbf{b}^{1/2}\, e^{1}\, P$		
$\mathbf{b}^{1/2}\, \mathbf{P}\, e^{1}$	111 . 001 . 011	11
$\mathbf{P}\, b^{1/2}\, e^{1}$		
$b^{1/2}\, b^{3/2}\, P\, e^{2}$		
$\mathbf{b}^{1/2}\, \mathbf{P}\, b^{3/2}\, e^{1}$		
$\mathbf{b}^{1/2}\, \mathbf{P}\, e^{1}\, b^{1/2}$	c. s. + 113.	128
$\mathbf{b}^{1/2}\, \mathbf{e}^{1}\, b^{3/2}\, P$		
$\mathbf{b}^{1/2}\, \mathbf{e}^{1}\, P b^{3/2}$		
$\mathbf{P}\, b^{1/2}\, b^{3/2}\, e^{1}$		

Combinazioni osservate		Es.
$\mathbf{P}\, b^{1/2}\, g^{1}\, e^{1}$	001 . 111 . 010 . 011	9
$\mathbf{P}\, b^{3/2}\, b^{1/2}\, g^{1}$	001 . 113 . 111 . 010	2
$b^{1/2}\, P\, e^{1}\, b^{3/2}\, g^{1}$		42
$\mathbf{b}^{1/2}\, e^{1}\, g^{1}\, P\, b^{3/2}$		2
$\mathbf{b}^{1/2}\, \mathbf{e}^{1}\, \mathbf{P}\, b^{3/2}\, g^{1}$		18
$\mathbf{b}^{1/2}\, \mathbf{P}\, b^{3/2}\, e^{1}\, g^{1}$	c. s. + 011.	12
$\mathbf{P}\, \mathbf{b}^{1/2}\, e^{1}\, g^{1}\, b^{3/2}$		3
$\mathbf{b}^{1/2}\, \mathbf{P}\, b^{3/2}\, e^{1}\, tr\, g^{1}$		3
$\mathbf{M}\, \mathbf{b}^{3/2}$	110 . 113	1

N. B. I simboli son disposti in ordine alla relativa estensione delle facce che rappresentano. Quando una o più facce sono predominanti, e inducono un abito speciale, figurano come *prime*, ed hanno carattere distinto, *più nero*, nelle indicazioni del quadro precedente.

Le sole sette forme distinte, riscontrate nella intiera collezione cristallografica del solfo di Romagna, sono ben poche; e la povertà della loro serie apparisce quasi incredibile se si pensa ai piccoli e pochi cristallini trovati dal Prof. Busz come prodotti dall' alterazione locale della Galena, a Müsen, nel 1890, con fino a 19 forme di diverso simbolo in un individuo solo, di pochi millimetri; a quelli trovati dal Dana, a Rabbit Hill (Nevada), con 14 forme diverse, due delle quali nuove ($\mathfrak{b}^2 (b^{1/2}. b^{1/4}. h^{1/5})$); ed a quelli studiati dal Molengraaff, all' isola Saba (piccole Antille), con 18 specie diverse di facce, e sempre in individui relativamente piccolissimi.

Per buona sorte, qui non si tratta di graduazioni nell' importanza o nel pregio dei cristalli, *in ragione di una faccia in più od in meno.* — Una faccia nuova ne' cristalli di una data sostanza acquista grande interesse allorchè rivela, o fa sospettare almeno, una nuova proprietà strutturale nel cristallo che la porta, una nuova o malnota causa di decrescimenti; tale è il caso delle faccie di plagiedria, di tetartoedria, di emimorfia, di corrosione chimica; mentre un simbolo di più, fra quelli per es. della zona $h^1 a^1 P$ dell' Anglesite, o della zona $h^1 M g^1$ della Selenite o della Datolite, lascia il tempo che trova. Nelle zone di tal genere le faccette accessorie sono il semplice ed eventuale portato di decrescimenti, alla loro volta fortuiti, derivanti da eccezionali influenze dell' ambiente, dal modo e dal grado del progressivo, inevitabile esaurirsi delle attività chimiche e delle particelle cristallogeniche rispettive, nelle fasi estreme di accrescimento di un cristallo.

Più che dal numero delle facce, o delle diverse specie di queste, un cristallo riceve il grado del suo valore scientifico dalle particolarità fisiche e strutturali che in esso, *sulle facce sue*, concorrono ad illustrare i fenomeni molecolari, e le cause di molte singolarità e di molte anomalie; quindi il lavoro delle attività inerenti allo spazio in cui quel cristallo si andò formando. Ora, i cristalli di solfo nativo, considerati da questo punto di vista, ci si presentano sommamente istruttivi, e degnissimi di speciale attenzione e di descrizioni particolareggiate, per quanto grande ne sia la relativa semplicità.

Dimensioni dei maggiori fra i cristalli noti di Solfo ecc.

Prescindendo da qualche cristallo di eccezionale grossezza, dai solitari delle ampie cavità geodiche, e da quelli piccolissimi, quasi microscopici, che danno le crosticelle di rivestimento, può dirsi che la dimensione dei cristalli di solfo puro oscilla fra 2 e 4 cent. di asse, tanto negli ottaedri, quanto nelle forme con ampie pinacoidi basali.

Taluni cristalli incompleti, non rotti, presentano faccie di 5 $\times$ 6 cent.

piane, lucenti, di 5 × 5, di 4 × 5 ecc., come negli es. dei numeri 21986 e 22380. Un gruppo di grossi ottaedri compenetrati e iso-orientati in guisa da parere un solo ottaedro, ma incompleto, ha 15 cent. nell' asse principale (es. 22401). Un bel cristallo di solfo verde, con profondissime e lucenti tremie, pure incompleto, bituminifero, ha 11 cent. c. s. (es. 22053); un allineamento un po' tortuoso di ottaedri incastrati fra loro a pila, in direzione dell' asse, come dirò a suo tempo, è lungo 7 cent.

Nei gruppi con esatte iso-orientazioni si può ravvisare o concepire la unicità teorica del cristallo; soltanto, il cristallo virtualmente unico apparisce interrotto nel suo completamento. Ad ogni modo, è realmente unico il campo di attività cristallogenica, e di omogenea polarità orientatrice in cui si è formato. In tal guisa, può concepirsi assai più ricco il novero dei singoli cristalli voluminosi, e relativamente colossali.

Dei cristalli minimi, microscopici, che si annidano per lo più nelle piccole cavità geodiche e nelle fissure dei calcari concrezionati solfiferi, sulle pellicole o veli incrostanti altri cristalli comuni, dirò più avanti.

Aspetto d'insieme — habitus — dei cristalli comuni, e loro fisiche proprietà.

Nel massimo numero dei casi, i comuni e grossi cristalli di Solfo nativo di Romagna si presentano isolati o in gruppi, con aspetto distintamente rombottaedrico; le differenze più spiccate son dovute sopratutto alla mancanza delle pinacoidi terminali, e degli spuntamenti ($b^{3/2}$), od allo sviluppo predominante di queste stesse faccie modificatrici. Le fig. 1, 2, 3 (Tav. I), danno l' idea dell' - *habitus* - che più di sovente riscontrasi nelle cristallizzazioni delle nostre solfare.

Si può tuttavia osservare come sieno per lo più ottaedrici, e senza ampie modificazioni, senza facce basali, i cristalli di solfo puro, artificialmente prodotti; come abbiamo ampie basi, e si facciano *tabulari* o *appiattiti* quelli che rimasero incrostati, intonacati da strati di silice o di calcite. Sono più o meno *basati*, nella assoluta maggioranza, con o senza altre modificazioni, i cristalli limpidi, puri, di bel color giallo d'olio; ossia i più comuni e caratteristici. L'ottaedro $b^{1/2}$ non manca che in casi estremamente rari ed eccezionali.

Riporto le indicazioni, accettate universalmente, sulle *costanti* ottiche e termiche dei cristalli di solfo nativo puro, recentemente confermate da nuove e delicate ricerche:

PROPRIETÀ OTTICHE: **Colore** normale, giallo d'olio puro, o giallo citrino, assai vivace, ma sempre più chiaro nella polvere quanto più essa è fina.

Con gradazioni al giallo arancio, al giallo miele cupo, al rossiccio, al verdastro, sia per tenui diffusioni di idrocarburi, sia per incipienti passaggi agli stati allotropici indotti nel solfo cristallino dall'aumento di temperatura.

Lucentezza vitreo-resinosa, traente alla adamantina sulle superficie di frattura recente. **Trasparenza** perfetta, e perfetta limpidità, in un grande numero di cristalli, anche se voluminosi ed in gruppi. Vi si accompagnano non di raro i colori *spettrali*, per dispersione.

Rifrazione, doppia *positiva*, *biasse*. Piano degli assi ottici ∞ g^1 (010). - Angolo degli assi ottici $= 70° \ldots 75°$. - Linea dell'angolo c. s. ∞ asse **c**.

Indici principali di rifrazione, per lunghezze di onda corrispondenti alle linee B, D, E, H, Frauenhofer, rappresentati dallo Schrauf con i seguenti valori:

	B.	D.	E.	H.
α	1,93651	1,95047	1,96425	2,01704
β	2,02098	2,03832	2,05443	2,11721
γ	2,22145	2,24052	2,25875	2,32967

Proprietà termiche: **Temp. di fusione** $= 111°,15'$; di ebullizione 447°; di combustione all'aria $= 250°$. - **Calorico spec.** $= 0,203$.

Coeffic. di dilatazione, nelle tre direzioni delle bisettrici degli angoli acuto e ottuso degli assi ottici (a, a'), e della normale al piano loro comune (a''), a temperature verso 25°:

$$a = 0,00002144$$
$$a' = 0,00007138$$
$$a'' = 0,00008604$$

Elettrizzabile *negativamente* per confricazione. — Cristalli fragili fino alla friabilità. - **Dur.** $= 2$, nei cristalli puri. - **Peso spec.** $= 2,07$ (Tsck).

Il solfo nativo è solubilissimo, se puro, nel solfuro di carbonio, nella proporzione di 24 p. a 0°; di 41 p. a 18°; di circa 95 p. a 38°, e di 181 p. a 55°, temperatura cui bolle la soluzione satura.

CAPITOLO III.

Descrizione dei più interessanti esemplari di cristalli normali, compresi nelle citate serie di forme, a partire dai più semplici verso i più ricchi di facce di diverso simbolo.

(NB. Alla collezione di questi cristalli fanno appendice 37 modelli in legno, dei tipi più importanti, delle diverse combinazioni e dei rispettivi geminati).

Serie $b^{1/2}$. (R. *primitivo* Haüy). Es. 21681 - (fig. 4). Da una ganga calcare, in parte bituminifera sorgono vicini, ma ben distinti, due nitidissimi e grossi cristalli traslucidi, *esclusivamente e regolarmente* rombottaedrici. Le loro facce hanno lucentezza sericea, sono traslucidi in massa.

Es. 21682 .... 694 - Sono tredici grandi scaglie di ganga marnosa, compatta, coperte da patine nere, bituminoidi, sulle quali son profusi i brillanti cristalli di solfo (10 ... 15 mm. di asse), di color giallo citrino, puro, traslucidi, di abito ottaedrico ($b^{1/2}$), prevalentissimo; sono peraltro generalmente distorti, cuneiformi, e con lievi modificazioni. Parecchi offrono, tuttavia, *esclusiva* la forma $b^{1/2}$, nitida, regolarissima. Le facce vi sono liscie e lucenti, con splendore sericeo, in seguito ad una finissima rigatura, parallela agli spigoli orizzontali.

Coll' es. N.° 21695 ha principio una splendida collezione di oltre 260 cospicui cristalli, quasi tutti isolati, e classificati, per la conoscenza *geometrica* delle rispettive forme e delle diverse modalità, modificazioni e del loro relativo sviluppo. A parte alquanti piccoli cristallini, ed altri di grossezza non comune, la dimensione media degli es. di questo gruppo è di 4 ... 5 cent. nella direzione dell'asse di simmetria.

Tutti i cristalli donde questa collezione risulta possono dirsi bellissimi, e non di raro magnifici, nel senso, dirò, *decorativo*; a parte la loro importanza scientifica.

L' es. 21695, presenta una sola piramide completa, con tipo leggermente cuneiforme. Dalla parte opposta il cristallo è deficiente, per mancato sviluppo, e porta un grumetto informe di solfo bruno e di minimi cristallini di calcite. - L' es. 21696 è un gruppetto di cristalli, confusamente addossati sopra piccole scheggie di calcare annerito dal bitume, con silice bianca e quarzo, i più distinti de' quali sono esclusivamente rombottaedrici, più o meno cuneiformi.

L'es. 21697 è costituito da una moltitudine di brillanti cristalli, simili ai precedenti, taluni dominanti e limpidissimi, taluni piccolissimi, adunati in sistemi pure ottaedriformi, ma tutti iso-orientati pressochè esattamente. Sono tutti distintamente striati, a gradini, senza passaggi per decrescimento.

Vi si unisce una concrezione di silice, niviforme, con quarzo in mammelloncini piccolissimi, irregolari.

Piccoli, ma di rara regolarità, alcuni cristallini $b^{1/2}$, con altro maggiore, iridescente, nella geode dell' es. 22274.

Serie $b^{3/2}$ (*ottaedro ottuso*). - con passaggi alla zona $b^{3/2}$ *M.*

Es. 21699 ... 702. - Il cristallo, e la massa che con identica disposizione e struttura vi fa appendice, presentano una fitta e profonda solcatura, con rialzi lineari in direzione parallela agli spigoli orizzontali, e al piano degli assi $y.z$ (fig. 5 e 5'). Ne risulta evidente l'origine di questa forma per via di regolare decrescimento. Pochi e assai nitidi cristallini di solfo più chiaro e puro, di notazione $b^{1/2}\,P\,e^1$, aderiscono ad una depressione centrale di una parte del cristallo striato, e son di *consecutiva formazione.*

L' es. 21700, tozzo e rozzo, di color verdastro, screpolatissimo, infiltrato di bitume, ma interessante per la serie, è dello stesso genere del precedente; se non che il decrescimento, ivi pure manifestato da grossi rilievi, solchi, e strie parallele al piano degli spigoli orizzontali, tende a generare una zona di abito prismatico, senza dubbio informe, tuttavia riconoscibile, fra le due opposte piramidi. Tanto che, se le strie fossero fini, e se nelle superficie così prodotte si realizzasse la pianità cui tendono, avrebbesi il primo prisma, (1 1 0), con 101°, 50' in media; ed un tipo $M\,b^{3/2}$ (fig. 6), che nella collezione intera è rappresentato soltanto da un cristallino, nitido e regolare assai, ma quasi microscopico, portante il N.° 21960 di catalogo.

Altrettanto può dirsi dell' es. assai più grosso e multiplo N.° 21702, composto da un aggregato di cristalli tutti profondamente striati, taluni cuneiformi, o incompletamente terminati; ma con una iso-orientazione generale, a parte qualche piccolo cristallo accessorio, conducente al concetto di un solo individuo, costituitosi parzialmente e in gran parte mancato.

Fra le facce delle piramidi ottuse $b^{3/2}$ e quelle del prisma, avvi, quasi dappertutto, un graduato ma irregolare passaggio e in qualche caso con superficie curve, senza spigoli definiti.

Serie $b^{1/2}\,b^{3/2}$ (*Diottaedra* H.). - Comprende i N.[i] 21703 ... 707, sebbene nei tre ultimi e bellissimi, compariscano una o due faccette, molto subordinate, di simbolo e^1 e *P.* gli es. 21703 ... 704 sono del tipo identico, a forti solchi e strie, dei precedenti; solo vi è più manifesta la piramide $b^{1/2}$.

Spetta alla serie $b^{1/2}\,b^{3/2}$ il sopracitato es. geodiforme 22274, dove, insieme a piccoli, brillanti e regolari ottaedrini semplici, $b^{1/2}$, sta il cristallo regolare e limpido, con facce iridescenti, del tipo c. s.; salvo al-

cune fratture esterne e rilievi di adunamento con iso-orientazione. Vi spetta, altresì, l'es. 22273, nel quale uno splendido e grande cristallo, quasi del tutto limpidissimo e puro, sta sull'orlo di una cavità geodica, con cristalli di celestina. Ganga calcareo-marnoso, brecciforme.

Nei sei citati es. (21699 ... 704) le masse interne vedonsi attraversate da fittissime fissure che, stando al modo di riflessione della luce, paiono quasi sempre parallele alle superficie esterne. Vi sono filtrazioni e trasudamenti di bitume, colorazioni verdognole, e limpidità affatto insignificanti e localizzate.

Serie $b^{1/2}\ b^{1}\ b^{3/2}$ (*Triottaedra* H.). - È rappresentata da un unico cristallino (tub. 21708), piccolissimo, con 3 mm. di lungh., ma nitido regolare, e presso che completo (fig. 7).

Serie $b^{1/2}\ P$. (*Basata* H.). - Es. N.° 21709 ... 710. Due gruppetti di cristalli di solfo color giallo-miele, con quarzo in minutissimi aggregati mammillonari della stessa tinta. - Ed un cristallo incompleto, colla pinacoide scabra, granellosa, ineguale.

Serie $\left\{\begin{array}{l} b^{1/2}\ P\ b^{3/2} \\ b^{1/2}\ b^{3/2}\ P \\ b^{3/2}\ b^{1/2}\ P \\ b^{3/2}\ P\ b^{1/2} \end{array}\right.$ (Var. *Octodecimale* H.). - Comprende i numeri 21711 ... 21725 e può classarsi in quattro gruppi in relazione all' *abito* che v' induce il relativo sviluppo delle tre forme concorrenti. I più notevoli saggi son quelli nei quali è dominante la $b^{3/2}$; ciò essendo raro. In questa serie si trovano cristalli voluminosi assai, e limpidi, con notevoli distorsioni (fig. 8, 9). Sulle facce $b^{3/2}$, e nei cristalli dove esse sono più brillanti ed estese, si può rilevare una speciale frequenza di addossamenti di laminette piane, sottili, *simulanti veli di sfaldatura.* Queste laminette, di cui riparlerò più oltre, hanno qualcuno dei loro limiti marginali, parallelo, o circa, ai lati della rispettiva faccia; ma più spesso li hanno irregolari, curvilinei, e a guisa di decrescimento indeterminabile (V. esemplari 21716 ... 720).

L'es. 21714 (fig. 10), è degno di attenzione, non tanto per esser voluminoso (mm. 35 e 45 lungh. e largh.), e di bella limpidità prevalente; quanto per la singolarità di presentarsi superiormente interrotto da una vasta cavità, irregolare, ma di tremìa, e distinto in due regioni, quasi in due cristalli iso-orientati; di più, mentre all'esterno dell'insieme domina la faccia $b^{3/2}$, nell'interno domina $b^{1/2}$; schematicamente si disegnerebbe come nella (fig. 11).

Dei magnifici cristalli 21722 ... 724 di color d'olio, chiaro, limpidissimo, danno idea le figure rispettive (12, 13). - Così del gruppo singola-

rissimo N.° 21723, nel quale alla limpidità sorprendente, come di olio puro, si aggiunge una strana distorsione trasversale, con numerose ripetizioni della pinacoide *P*, brillante e prevalente nelle appendici iso-orientate del cristallo centrale; infine, un rivestimento della piramide ottusa inferiore, mercé un fitto intreccio di cristalli multipli, striatissimi, un po' torbidi e di color giallo-chiaro, tutti di formazione consecutiva, e con $b^{1/2}$ dominante, ma non esclusivo (fig. 14).

Serie $b^{1/2}\ e^1$. (*Smussata* H.). - Riducesi per ora a tre piccoli cristalli di color fulvo, incompleti, multipli, riuniti sotto il N.° 21726.

Serie $b^{1/2}\ P\ b^{3/2}$ (*ottodecimale basato* H.); anche questa è poverissima di es. - Riducesi a quelli dei N.[i] 21727 ... 728 di catalogo, ambedue doppi con iso-orientazione.

Serie $b^{1/2} P e^1$ (*Esagonale*, ed *E. basoide* H.). - Comprende otto esemplari (N.° 21729 ... 736), quasi tutti voluminosi, limpidissimi, di ricco color giallo d'olio, più o men distorti, o lasciati incompleti dalle superficie loro di contatto. I soliti e belli es. di iso-orientazione, *in grande*, o per parte di moltitudini di piccoli poliedrini nella cavità di *contatto*, e di velature lievi di bitume.

Serie $b^{1/2}\ b^{3/2}\ e^1$. - Un solo rappresentante N.° 21737. - Con appendice a rilievi e in parte a bernoccoli tondeggianti (fig. 15).

Serie $b^{1/2} b^{3/2} P e^1$; colle relative varietà, che derivano dalle frequenti differenze d'estensione delle facce o delle zone di facce. I più notevoli casi di tali varietà sono:

$b^{1/2} b^{3/2} P e^1$ (*Triemarginato* H.). - Es. sei (21738 ... 743). Con cristalli belli, assai regolari alcuni, e completi.

$\left.\begin{array}{l} b^{1/2}\ P\ b^{3/2}\ e^1 \\ b^{1/2}\ P\ e^1\ b^{3/2} \end{array}\right\}$ (*Triem. basoide* H.). Es. novantasei (N.° 21744 ... 839). - È uno dei più ricchi e magnifici gruppi di cristalli di questa collezione. Per dare idea dell'abito quivi dominante, pressochè caratteristico, e di alcune modalità di aggruppamento, aggiungo nella tav. I le fig. 16, 17, 18, copiate al naturale.

$b^{1/2} e^1 P b^{3/2}$ (*Triem. acuto* H.). Es. ventuno (21840 ... 860). Notevoli per lo sviluppo preponderante della faccia e^1 (fig. 19, 20 al nat.). - Grossi cristalli, assai regolari, con facce generalmente nitide, e masse pure ed illese.

$P b^{3/2} b^{1/2} e^1$ (*Triem. tabulare* H., se *P* è prevalentiss.). Quattro esemplari N.° 21861 ... 864. - L'es. 21861 è veramente istruttivo per la modalità tabulare molto appiattita, e per le dimensioni (fig. 21).

$P\, b^{1/2}\, e^1\, b^{3/2}$ (*Esagonale tabulare* H., c. s.). Es. 21865, piccolo, di tipo *emimorfo*, essendo sviluppatissima una sola delle due pinacoidi. - Es. 21866 piccolo esso pure, ma interessante. - Ha forma di placca rombica (fig. 22), colle due superficie opposte incavate a tremia, e tutte occupate da innumerevoli, nitidissimi rilievi consimili, cioè a forma di lamelle rombiche orlate dalle $b^{1/2}$. Le $b^{3/2}$ ed e^1 son ridotte a semplici traccie. Gli altri es. 21867 ... 871 ... 871′ ... 871″ sono grossi e magnifici cristalli, e gruppi con tracce di g^1.

Serie $P\, b^{1/2}\, e^1\, g^1$ (Due es. N.° 21876 ... 877). - La faccia g^1 suol essere molto subordinata alle altre. Solo per eccezione presentasi tanto estesa da competere colle e^1 nel dar carattere al cristallo su cui è prodotta. - I cristalli rappresentati dalle fig. 23, 24 ne danno giusta l' idea.

Serie $b^{1/2}\, P\, e^1\, g^1$ (tr. di $b^{3/2}$). - Due es. N.° 21878 ... 879, assai grossi, diafani ed incompleti.

Serie $b^{1/2}\, e^1\, P\, b^{3/2}\, g^1$ (Sei es. N.° 21880 ... 885). - Magnifici cristalli, voluminosi, quasi regolari, con bellissime facce piane e nitide, salvo due alquanto scadenti, e con eccezionale sviluppo della e^1.

Serie $b^{1/2}\, e^1\, g^1\, P\,.\, b^{3/2}$ (Sette es. N.° 21886 ... 892). - Qui è notevole l' estensione della g^1, pur mantenendosi di rara bellezza i cristalli sciolti e gli aggruppamenti che vi si comprendono.

Tutti questi es. offrono istruttive ed eleganti iso-orientazioni dei cristalli rispettivi.

Il 1.° es. 21886, è un gruppo di tre individui incompleti iso-orientati, a facce appannate, e di color verdastro in massa.

Serie $e^1\, b^{1/2}\, P\, b^{3/2}\, g^1$ (Cinque es. N.° 21893 ... 897). - Risalta vieppiù la faccia e^1; si mantiene il carattere sceltissimo degli es. sebbene sieno molto incompleti nelle superficie di adesione preesistente, o di distacco.

Serie $b^{3/2}\, e^1\, b^{1/2}\, P\, g^1$ (Due es. 21898 ... 899). - Grossi es., assai belli, ma incompletissimi.

Serie $b^{1/2}\, e^1\, b^{3/2}\, P\, g^1$ (Tre es. 21900 ... 902). - Il 1.° es. è un magnifico gruppo di tre grossi cristalli, quasi completi e di notevole regolarità.

Serie $b^{1/2}\, b^{3/2}\, P\, e^1\, g^1$ (N.° 21903). - Cristallo limpido assai regolare, con nitide modificazioni, non grande, cui ne aderiscono altri minori, intrisi di bitume.

Serie $b^{1/2} P e^1 b^{3/2} g^1$ (Es. 21904 ... 941). Sono trentotto, mercè i quali par che si esalti il pregio e la bellezza della raccolta intiera. Grossi individui, di splendida purezza, con ampie e nitide modificazioni; gruppi stupendi di varie modalità, e copia di minori cristalli sciolti, ma di maggiore limpidità e purezza di massa, velati o no di bitume, sono classificati in questa serie, senza che, peraltro, sia stata riscontrata in essa veruna particolarità cristallografica, eccezionale.

Serie $b^{1/2} P b^{3/2} e^1$ con tracce o senza di g^1 (es. 21942 ... 946). Uno di questi cinque, non grande (mm. 20 di asse princ.), è completo, nitido, regolare, sebbene di abito leggermente emimorfo.

Serie $\left\{ \begin{matrix} P b^{1/2} e^1 b^{3/2} g^1 \\ P b^{1/2} e^1 g^1 b^{3/2} \end{matrix} \right\}$ Dieci es. (21947 ... 956), col notevole predominio delle facce pinacoidi, o basali, P, nei diversi gruppi della serie.

Serie $g^1 e^1 b^{1/2} P b^{3/2}$. - Tre es. (21957 ... 959), nei quali le g^1 si presentano collo sviluppo, in estensione, maggiore che in qualunque altra. Es. perciò assai rari, oltre che distinti ed istruttivi.

Serie $M . b^{3/2}$. - Unico cristallino, (21960) quasi microscopico (appena mm. 1 di asse), nitido, brillante, colla forma rappresentata dalla fig. 25. In collezione sta in un tubetto di vetro, sostenuto da un peduncolo acuminato di cera verniciata in nero, appoggiato ad una lastra pure annerita.

Con questa sommaria indicazione delle facce presentate dal Solfo nativo di Romagna, e delle loro combinazioni osservate fin qui, non credo di aver illustrata che una piccolissima parte, e forse la meno interessante in ordine alla cristallografia geometrica del materiale che dalle celebri miniere di Perticara, di Formignano e di altre, pur sarebbe ricavabile, E lo sarebbe facilmente per poco che qualche persona, non del tutto profana alla storia esatta dei cristalli, buona osservatrice, e sopratutto nobilmente ispirata al gentile e benaugurato desiderio di favorire gli studi patrii, ed i patrii Istituti d'insegnamento, si trovasse in grado di esaminar liberamente, in quelle stesse miniere, gli scavi, i cantieri e i pezzi di minerale che sono avviati a tonnellate verso i calcaroni e i forni.

Capitolo IV.

I decrescimenti distinti, macroscopici, producenti facce di simbolo determinato.

Tutte le strie, se inerenti alla struttura delle facce, *possono riguardarsi come dirette e sicure manifestazioni dei decrescimenti.* Sieno esse appena visibili, come quando risultano prodotte dalla deficienza di minimi sistemi di file, in una modificazione cristallografica, o sieno invece appariscentissime perchè composte da moltitudini di siffatti sistemi, sono sempre obbedienti ad una legge cristallogenica data.

Tuttavia, nel senso più comunemente accettato, un decrescimento, *significando appunto una modificazione* di angoli solidi (vertici o spigoli), significando, cioè, il costituirsi su di una forma data di nuove superficie *che saranno facce di altre forme,* non sarebbe esatto il dire che nei cristalli di Solfo nativo tutti i sistemi di strie sono altrettanti esempi di decrescimenti, o di passaggi da forme date ad altre più ricche di faccette e di zone. Per non lasciare una lacuna nell' enumerazione monografica che sto compilando, citerò un caso speciale, offerto dall' es. 21961; e tornerò più avanti a dir delle strie, considerandole come semplici particolarità delle facce, e qualunque sia il processo dal quale dipendono.

L'es. 21961 (fig. 26), è un gruppo pressochè completo di due grossi individui, del color giallo tipico, singolarmente multipli, con altro minore, incompletissimo, con profondi scavi di tremia e imbevuto di bitume. Ciascuno dei due principali cristalli risulta da un elegante e molto istruttivo adunamento di parecchi individui minori, iso-orientati; di questi, alcuni risaltano per notevole sviluppo; ma tutti i più piccoli si presentano come sporgenze faccettate e allineate, i cui elementi omologhi corrispondono, in parte alle facce $b^{1/2}$, in parte alle $b^{3/2}$, riducendosi a sole strie od a sporgenze pianeggianti, sopra altre facce dei gruppi rispettivi.

È evidente che la particolarità dei gradini, solchi, ecc., per via di decrescimenti, si connette non solo col fenomeno delle strie delle facce, ma bensì con quelli delle tremie e delle iso-orientazioni di cui fra poco terrò parola.

Le distorsioni più singolari e appariscenti delle facce e dei cristalli rombottaedrici di Solfo. — (Es. 21962 ... 983).

Si sa che i cristalli esenti da distorsione sono eccezionali, qualunque sia la specie minerale cui appartengono. In generale vedonsi diversamente estese quelle facce di una data e medesima specie che per la ideale sim-

metria delle forme geometriche dovrebbero essere identiche; ovvero, sono più o meno preponderanti alcune zone di facce, tramutandosi perciò l'aspetto, il carattere, l' *habitus* delle forme cristalline specifiche.

In consguenza è di niun interesse nella storia naturale dei cristalli il tener conto delle infinite maniere delle distorsioni; ammenochè queste non si presentino *con una notevole costanza di modo e di grado*, nei cristalli di una data specie o di una data località, o di un dato modo di giacimento.

Ecco perchè rilevo soltanto, circa le DISTORSIONI di questi cristalli di solfo, che la estensione delle facce pinacoidi terminali può ridurre non di raro *tabulari*, a lastre più o meno sottili, gli ottaedri basati; sia che le facce stesse restino libere da sovrapposizioni, sia che vi si sollevino orli di tremia, con piccole piramidi sovrapposte, con rilievi allineati ecc. (figg. 29, 30); (es. 21963 ... 21964, e i già citati 21861 ... 866); che la prevalenza invece nel rombottaedro $b^{1/2}$, di una zona (per es. $111 . \bar{1}\bar{1}1 . 1\bar{1}\bar{1} . 11\bar{1}$), conduce alla varietà detta *cuneiforme*, (es. N. 21962); mentre, nell' altra zona $\bar{1}11 . 111 . \bar{1}\bar{1}\bar{1} . 1\bar{1}\bar{1}$ conduce, ma più di raro, a tipi di abito prismatico, con apparenza *sfalloide*, simulante la simmetria monoclina, o la dissimetria triclina (es. 21965 ... 21974). E questo, vale la pena di rilevare, in vista dell' esistenza di prismi veramente monoclini di solfo, in ragione del dimorfismo.

Sussistono, poi, parecchie altre maniere di distorsioni, ma irregolari, insignificanti, e nel tempo stesso comunissime in tutte le varietà dei cristalli osservati (es. 21975 ... 978).

Inoltre, sempre per distorsione, può aversi una specie di *emimorfia*, col predominio, in un senso, di una piramide ottusa $b^{3/2}$, e nel senso opposto di una acuta, $b^{1/2}$. — Se non che, connettendosi quest'argomento con quello dell'emiedria, merita una meno concisa indicazione.

Le apparenti emiedrie ed emimorfie, di taluni cristalli di solfo nativo. — (Es. 21984 ... 989).

Nel sistema ortorombico possono dirsi pressochè del tutto mancanti i veri casi di emiedria geometrica e fisica delle forme, e di tetratoedria. L'*alternanza rigorosa* nella soppressione o nel predominio delle facce omologhe — o dei sistemi omologhi di facce —, è criterio fondamentale ed assoluto.

L'EMIEDRIA, importantissima prerogativa fisica e morfologica dei soli sistemi di facce spettanti a singole forme semplici, e di quelle soltanto nelle quali la scelta di elementi omologhi alterni è possibile, perde la sua esplicita ed evidente manifestazione nel sistema ortorombico, dove la semplicità delle forme cristalline non ha che un tipo unico, il rombottaedro, e dove non è che

ideale un emiottaedro a facce triangolari scalene; mentre le distorsioni interessano abitualmente le facce *in zona*, anziché le alterne.

E nessuno vorrà maravigliarsene, purché si tenga presente che l'emiedria, dopo di essersi affermata splendidamente, per numero, varietà e bellezza di casi, nel primo sistema isometrico, con tetratoedrie istruttivissime, ecc., riducesi già, se non nel significato suo o nella sua indole, ma nella sua varietà e nel numero dei casi diversi, nei sistemi dimetrici uniassi, dominando tuttavia, anzi improntando la sua caratteristica, in tutti i cristalli delle più famose specie di tipo romboedrico. Nel sistema ortorombico si può riscontrare piuttosto quella *dissimmetria* delle modificazioni che può corrispondere talvolta all' emiedria geometrica e strutturale, ma che può esserne indipendente, e che nelle forme tricline può giudicarsi caratteristica.

Ne segue, che i pochissimi cristalli di solfo nativo i quali furono creduti emiedrici da qualche osservatore (Es. 21966), debbono ritenersi come semplicemente *distorti* (fig. 31); anche quando le facce di maggiore estensione alternino, nel rombottaedro, colle meno estese; ciò che del resto è caso estremamente raro, seppureesiste con sufficiente regolarità di sviluppo. E questo tanto più ragionevolmente, in quanto che nelle supposte forme emiedriche del solfo, nulla si modifica nella condizione intima, strutturale dei rispettivi cristalli.

Dell' EMIMORFIA non potrei dare in modo assoluto un giudizio negativo. Per essa non si tratta più di alternanza nello sviluppo o nella scomparsa di elementi omologhi; bensì dell' antitesi geometrica in siffatto sviluppo, quindi di una specie di polarità nelle modificazioni, alle due opposte estremità di ciascun cristallo. Ora, nella serie dei nostri cristalli, figurano cinque notevolissimi esemplari (es. 21985-989), ne' quali, come apparisce dalle fig. 32, 33, 34, la piramide superiore più sviluppata e vistosa, è quella del rombottaedro ottuso $b^{3/2}$ mentre la inferiore è quella del rombottaedro primitivo $b^{1/2}$.

Anche questi casi possono, dunque, ricondursi alle categorie delle distorsioni. Io non ardisco di concludere in modo assoluto *pro o contra* all' emimorfia strutturale dei rombottaedri di Solfo nativo; credo che la questione sia piuttosto di abito esterno che di assettamento; ma son contento, oggidì, di segnalar quei cristalli all' attenzione dei mineralogisti acciò ne ricerchino, alla loro volta, altri esempi e riescano a verificare con essi se qualche differenza di potenziale fisico, se qualche polarità ivi sussistesse di attitudini, per dar conferma di un fenomeno di struttura molto raro fra i cristalli noti, e perciò viepiù importante a studiarsi.

Esagerandosi, in qualche piccolo cristallino, la distorsione di una zona dell' ottaedro, derivano lunghi prismetti, essi pure imitanti i prismi monoclini che si ottengono dal solfo colla fusione (es. 21990).

Ho segnalate le - LASTRE APPIATTITE - fra le modalità cristalline del

solfo nativo, soltanto per la presenza, in collezione, di cinque curiosi saggi che rientrano in tale indicazione (es. 21991 ... 995). Si tratta di aggregati di cristalli fortemente distorti nel senso di due facce $b^{1/2}$, opposte e parallele, tanto da produrne una lastra sottile, più o meno pianeggiante, limitata all' ingiro dalle zone residue di facce, bene sviluppate, nitide, e quasi spettanti, per esatta iso-orientazione, ad un solo od a pochi individui. Se non che, l' estensione delle due massime facce parallele è fittamente interrotta da scavi, intaccature, solchi, piccole tremie ecc., che sebben parallele ai margini, pur tendono ad una specie di concentricità curvilinea (fig. 35), ravvicinabile alla curvatura d' insieme di altre lastre a forma tegolare. - Si tratta evidentemente di cristallizzazioni prodottesi fra le due opposte e vicine pareti di fissure, nelle ganghe marnoso-bituminoidi del giacimento; sulle superficie intaccate e solcate luccicano sotto una data incidenza tutte le areole corrispondenti alle parti residue delle $b^{1/2}$ dominanti, tanto da far vedere benissimo il piano comune della loro orientazione.

Gli allineamenti a pile lunghe e contorte, di cristalli tabulari, ed a verghette prismatiche irregolari, a gradini e solchi trasversali, ed a fasci ricurvi di cristalli ottaedrici. — (Es. 21996 ... 017).

Le sette figure, 36 ... 42, servono assai meglio di qualsiasi descrizione a dar idea delle PILE CONTORTE d'elementi ottaedrici di solfo cristallizzato (Es. 21996 ... 997 ... 22000, 22007, 22012). - Tali elementi apparirebbero come lamine o lastrine ottaedriche largamente basate, di figura rombica, se fossero disgiunti, isolati; ma riuniti e saldati; unificati quasi per allineamento e iso-orientazione in sistemi prismatici, con ingrossamenti, strozzature e contorsioni derivanti dalle continue differenze di grandezza, di sviluppo e di adattamento reciproco, costituiscono una speciale disposizione a verghe, a fasci, generalmente arcuati o flessuosi, tutti solcati da strie orizzontali profonde, e terminati dalle facce $b^{1/2}$ dell' ottaedro ottuso.

Disposizioni siffatte, si sottraggono alla tipica regolarità dei cristalli; non sono esclusive del solfo, ma son frequenti negli esemplari romagnoli di questa sostanza. Si collegano ai cristalli normali, mercè graduati passaggi che cominciano con i rombottaedri fortemente striati (fig. 5), comprendono le piccole verghette prismatiche, trasparenti o no, libere o saldate colle loro estremità sulle opposte pareti di fissure o di geodi; ed arrivano ai grossi fasci di sistemi fortemente striati e contorti, simili a pile di elementi inegualmente ampi e sottili, e generalmente curvilinei nei loro complessi.

Le particolarità delle facce dei cristalli separatamente considerate.
Le striature, solcature, punteggiature e sagrinature, intaccature, ecc. nei cristalli, per visibilità di gradini di decrescimento. — (28 es. N. 22018 ... 033).

Ho notato precedentemente che anche nel caso dei cristalli di Solfo nativo, come in ogni altro di altre sostanze minerali, le STRIATURE congenite rappresentano nei cristalli i decrescimenti multipli, e perciò macroscopici; ma quasi sempre interrotti o turbati nell' obbedienza rigorosa alla loro rispettiva legge.

Nei cristalli di Solfo, le strie di decrescimento raggiungono bene spesso un così grande sviluppo, per esser fitte, profonde e ineguali, da doversi chiamare piuttosto solchi, gradini, insenature parallele, e via dicendo; e da impartire un aspetto non di raro singolare, istruttivissimo, ai cristalli che le presentano.

Sulle facce e^1 ordinariamente liscie e lucide, le strie sono talvolta parallele agli spigoli lunghi, e^1 $b^{1/2}$. (es. 22025); peraltro possono dipendere da tremie incipienti, o da una moltitudine di piccoli rialzi longitudinali, allungati, smussati e tutti paralleli agli spigoli c. s. (es. 21840 ... 871 ... 887 ... 22031 ecc.).

La striatura più caratteristica, abituale, nei cristalli della collezione è parallela agli spigoli brevi (orizzontali o laterali) del rombottaedro; ossia, corrisponde, come nel quarzo, alle tracce di piani perpendicolari all' asse principale (asse della zona $h^1 M g^1$).

Può segnalarsene la *quasi eccessiva* manifestazione nei già citati allineamenti di ottaedri, ridottisi, per cause esterne direttrici o perturbatrici, o per esaurimento locale della materia sulfurea, a forma di pile irregolari, strette, lunghe e contorte, come le vertebre di una spina dorsale; e può vedersene la più rudimentale, o abortita, o deformata modalità in quelle specie d' incisioni a tratti imperfettamente paralleli, o d' *intacchi lanceolari* molto acuminati, finamente striati, nascenti presso lo spigolo di una faccia, per esaurirsi verso il mezzo di essa. Per es., nel grosso cristallo 22031, invece di vere strie orizzontali di decrescimento, ossia di *ripetizione continuata delle sporgenze degli spigoli laterali ottaedrici*, si osservano delle intaccature, orizzontali bensì, ma come tratti di bulino, i quali, *profondi* dove principiano, sono *sottilissimi*, invece, all' estremità dove finiscono. E queste intaccature si fanno più fitte e meno nitide e parallele, verso la posizione dove una superficie rugosa, grossolanamente scabra e sagrinata, sostituisce la faccia e^1 (fig. 44). Il cristallo è traslucido, con veli e masserelle di bitume, con interne iridescenze, e con gruppetti di minori cristalli sovrapposti ecc., o di seconda formazione. Nel cristallo 22023, una faccia $b^{1/2}$ ed una $b^{3/2}$ sono striate, incise, intaccate in modo da potersi quasi qualificare come *damaschinate*, per l'aspetto loro di insieme, di cui tento dare l'idea colle fig. 50, 51.

Ancor più singolari sono i solchi e le intaccature che si vedono sulla faccia $b^{1/2}$, assai estesa, nel cristallo 22031; solchi che si continuano nella posizione che sullo spigolo contiguo piglierebbe un troncamento e^1.

La fig. 53, riproduce il carattere dei detti solchi, e la condizione dello spigolo, che ne viene interessato. Queste particolarità, cui l'es. 22030 porta un documento istruttivo, ricordano benissimo le analoghe del quarzo detto *cariato*, sia per le deformazioni di massa, sia per le solcature a strie parallele, saltuarie, intermittenti, acuminate ecc., che vi si coordinano.

Le *intaccature* sulle facce, si possono considerare come casi o modalità speciali delle striature per decrescimenti. Negli es. 22027 ... 032 (fig. 43), si vedono assai istruttive e distinte, somigliano alle tacche che farebbero lievi e brevi colpi di bulino sopra un legno compatto.

Il fenomeno delle SAGRINATURE O PUNTEGGIATURE, per lo più in incavo, sulle facce dei cristalli di Solfo nativo, pare assai più frequente sulle facce pinacoidi, basali, che non sulle altre ottaedriche. Vi si può distinguere la sagrinatura a *onde flessuose* qualche volta *interferenti*; a *punteggiature incavate*; a *strie intrecciantisi* con determinato angolo, in due dominanti sistemi (es. 22018 ... 22023).

In ogni caso, l'aspetto delle facce sagrinate e punteggiate fa nascer l'idea di una mite azione dissolvente, sulle facce medesime, per opera di liquidi sufficentemente idonei ad esercitarla. Ne dà bellissimo esempio l'es. 22018, rappresentato al naturale dalla fig. 45; nel quale l'ampia faccia pinacoide basale, è tutta bucherellata da incavi, generalmente piccolissimi, ad orlicci tortuosi, reticolati, uniformi, ma con qualche incavo più profondo; segnatamente presso uno degli angoli piani; sempre a contorno circolare ed a fondo concavo.

Questo modo di punteggiatura, visto colla lente, fa ricordare quello dei ditalini per cucire.

Le facce ottaedriche, e quelle del domo e^1, convergenti alla stessa pinacoide, sono poi così solcate e striate *perpendicolarmente* agli spigoli terminali che le limitano superiormente da confermare, senza dubbio possibile, la spiegazione della loro modalità in ordine ad attività dissolventi consecutive. Le strie, le solcature furono prodotte evidentemente da rivoletti liquidi erosivi, discendenti dalla faccia terminale sui loro declivi; e con tale uniformità e regolarità da far nascere il sospetto che questo cristallo, ricevuto direttamente con tanti e tanti altri, dall'amministrazione delle miniere, sia stato *artificialmente* trattato con solfuro di carbonio, o non saprei con qual' altro fra i liquidi capaci di attaccare il Solfo cristallizzato.

A tranquillizzare in proposito credo valgano gli es. N. 22020, 22021 (fig. 46, 47), nei quali le facce pinacoidi sono assai più profondamente in-

taccate, scavate ad alveoli, irregolari, con crosticelle e orlicci più rilevati e capricciosamente disposti, che non quella descritta dell' es. 22018; mentre le faccie ottaedriche convergenti *vi sono perfettamente illese*, per la massima parte della loro superficie; anzi nel cristallo 22021 son corrose, ineguali e scabre le superficie *delle due opposte facce basali*; e son liscie, assai nitide, le ottaedriche *interposte*. Nel bel gruppo d' individui iso-orientati N. 22022 avvi pure una notevole modalità di sagrinatura; le facce ottaedriche dei cristalli più in vista, una diecina circa di poliedri più o meno isolati e sporgenti dalla massa, sono liscie, lucentissime; ma quasi tutte presentano una speciale poliedria (può darne idea la fig. 48); poliedria, che si presenta pure distintissima sulla e^1, assai estesa presso la pinacoide basale del cristallo più voluminoso (fig. 49). Di più le troncature prodotte dal domo e^1 dall' ottaedro $b^{3/2}$, sono appannate, scabre, come se finite con lievi tratti di lima; e colla lente si scorge che parecchie di esse risultano di tre faccettine lunghe e sottili, le quali, se fosse possibile il misurarne le incidenze, forse potrebbero passare per tre forme ottaedriche ottuse, $b^{3/2}$ compresa.

Ciò premesso, osserviamo che la faccia basale superiore, del maggiore individuo del gruppo, è tutta improntata da piccole e uniformi areoline circolari, alcune quasi ellittiche, a giri concentrici degradanti, con finissime strie irraggianti dal fondo all' orlo (fig. 50); ma tutte così tenui e di tanto minima concavità, da richiedere, per esser viste, la riflessione sulla faccia di una luce un po' viva. Anche sulle pinacoidi basali dei cristalli minori si ripete il fatto; ma con alveoli in generale più scarsi e più pronunziati.

Sulle facce ottaedriche, e indifferentemente sulle $b^{1/2}$, e $b^{3/2}$, vedonsi frequentissime quelle incisioni, intaccature, solcature, ecc. che contornano gli strati ultimi di accrescimento e di esaurimento cristallogenico, strati incompleti, a limiti dentellati, ineguali, trascurabili.

Nel gruppo 22019, tutte le cinque facce basali più ampie, piane e distinte, sono sagrinate per finissima e uniforme punteggiatura.

Impronte e depressioni lievissime, a concavità circolari, liscie, lucenti; ovvero, a gradini irregolarmente sinuosi, sulle facce. — (Es. 22039 ... 049). **Tremìe per decrescimento regolare.** — (Es. 22050 ... 067).

Giungiamo così alle DEPRESSIONI lievi, isolate, scarse, ma interessanti a studiarsi, come rivelatrici di speciali azioni, accompagnanti la formazione dei cristalli, sopratutto le ultime fasi del loro sviluppo definitivo.

Sembrano impronte superficialissime, quali verrebbero prodotte da minime placche piane, pesanti, su di una superficie molle, donde poi si separassero. Hanno contorno quasi circolare su qualche faccia; ma in generale

quadrilatero, più o men curvilineo, con fondo piano o concavo, lucentissimo; ed i cristalli 22033 ... 22038, (fig. 51, 52 e 53) ne sono esempi eccellenti.

Compariscono indifferentemente sulle faccie di diversa specie, ottaedriche, pinacoidi, e di domi. Il loro diametro, supera raramente i due millimetri. Sono superficiali, ma ciò non esclude che ve ne sieno di interne, più o men vicine alla faccia attraverso la quale si scorgono; ciò che prova la contemporaneità della causa efficiente e del processo cristallogenico attivo. L'es. 22035, presso la faccia basale di uno dei due maggiori cristalli, faccia sparsa di parecchi incavi, ne presenta uno distintissimo, *sottostante*, con areola circolare e vacuo quadrato centrale (fig. 54).

Sul fondo concavo, o piano e lucido, degli incavi c. s., si può osservare talora un sistema di onde concentriche, (fig. 55, 56), ovvero un altro incavo più piccolo — ciò che fa escludere sempre più, come causa, l'urto di spruzzi liquidi. Talora invece vi si scorge un poco di bitume.

Ritengo queste depressioni, o cavità curvatamente poligone dipendenti da piccolissime goccioline di soluzione satura di salmarino, con idrocarburi sospesi; le quali, lasciate da veli liquidi sulle facce dei cristalli di solfo, negli ultimi momenti della loro costituzione, e rimaste isolate per ragione di capillarità, essendo incapaci *di bagnare* la superficie del solfo cristallizzato, avrebbero momentaneamente impedita, nell'areola da esse coperta, la deposizione dei veli ultimi di accrescimento; mentre un cristallino di sale si sarebbe formato, in parecchi casi, rimanendo attorniato dalla soluzione, fino al completo prosciugamento.

Non insisterò su talune disposizioni che presentano, quasi *concentriche* o *corolliformi*, le cristallizzazioni di solfo nativo, prodottesi entro fissure, o in una ristrettezza grande di spazio; può dirsi, per esse, che la sostanza cristallizzante si *è adattata allo spazio* più che ha potuto, sempre tendendo a produrre cristalli con simmetria regolare, monopoliedrica. Anche qui la fig, 57 risparmia benissimo lunghe e sterili descrizioni.

Eccoci alle TREMIE. Questa particolar condizione delle facce, incomincia a manifestarsi ne' cristalli di solfo, specialmente di Romagna, con tenuissime depressioni a margini irregolarmente disegnati, tortuosi, frangiati, e concentrici, di numero vario nei vari casi, per lo più ad insieme ellittico o dissimmetrico (fig. 58, 59, 60; es. 22046 ... 047 ... 048). Sono rudimenti di tremie; sono brani, o residui di veli reticolari, fatti progressivamente incompleti da deficienza, da esaurimento di materia solfurea, cristallizzante; par che questi estremi veli superficiali, di massima esilità visibile, si sieno lacerati nelle aree centrali, sempre più largamente. Non di raro una ristretta cavità centrale le collega viemeglio alle vere tremie.

Naturalmente qui non hanno che fare i vacui poliedrici che si adden-

trano nei cristalli in seguito a preesistenti compenetrazioni di individui i quali dopo si distaccarono definitivamente.

Due eccellenti esempi di queste vere tremie, rispondenti ambedue, sebbene con diverso modo, al tipo astratto del *decrescimento negativo*, ovvero dell' effetto di un preponderante aumento di reticoli presso gli spigoli delle facce, sono offerti dagli es. 22052 e 22053. Il primo è assai piccolo, come rilevasi dalla fig. 61, che rappresenta quest' ottaedrino al naturale; ed è tutto costruito da ottaedrini minori, più o meno in rilievo, allineati in file, con compenetrazioni continue, e con dipendenze laminose, iso-orientate. I singoli ottaedrini sono disposti come meglio si discerne nella figura 61 bis (ingrandita). Tutte le otto facce sono incavate da tremia siffatta; se non che le inferiori sono incomplete essendo il cristallo impiantato nella ganga. Questa è ricca di bitume, ed anche il cristallo ne è velato ed intriso.

Il secondo es., invece è grande, e può dirsi colossale, stando alla media dei cristalli di queste vicine zolfare. La fig. 62 lo presenta impiccolito di circa la metà in rapporto all' asse verticale. In esso grandi e vasti i gradini, ripetute all' evidenza le facce $b^{1/2}$ *esclusive*; profonde le cavità discendenti, ed assai regolare, sebbene non completo, l' insieme.

L' es. 22050, è un gruppetto di cristalli $b^{1/2} P b^{3/2} e^1$, sopra ganga inzuppata di bitume, dei quali i quattro più grossi hanno tutte le loro facce scavate più o men fortemente da tipiche ed eleganti tremie. Uno di questi è disegnato nella fig. 63.

Analogo l' es. 22051, con cristalli c. s. su di una crosticella arcuata di solfo cristallino, diafano ma bitumizzato. L' es. 22068 porta un cristallo con tremia al vertice di un rombottaedro ottuso, dalla quale sorge un minore cristallo della stessa notazione (fig. 64).

Parecchi altri casi sono concretati da esemplari scelti in collezione (N.i 22055 ... 067), con incavi sulle pinacoidi, sulle ottaedriche, sulle e^1 ecc.; ma non reputo utile darne speciali notizie; essi sono d' altronde, ostensibili in permanenza.

Evidentemente una correlazione esiste fra le tremie dei cristalli e le iso-orientazioni dei loro aggruppamenti.

Peraltro, nelle tremie ben circoscritte e centrali nelle facce, si palesa nella sua pienezza di significato, come causa diretta, il graduato e finale esaurimento del processo di sovrapposizione dei veli reticolari, col predominio di attrazioni in corrispondenza degli spigoli.

Increspamenti e rilievi lanceolari.

Anche in questi cristalli di Solfo, l' apprezzamento giusto del fenomeno dei rilievi a guisa d' increspamento sulle facce, che in altre occasioni dissi

lanceolari, deriva dai confronti istituiti con altri simili casi, e dalle analogie che ne risultano. I magnifici rilievi lanceolari sulle facce di tanti e tanti cristalli di quarzo porrettano, o di Calcite prismatica e di Baritina del Cumberland, sui grossi individui lenticolari di Selenite del Bolognese ecc. (*) aiutano a ravvisarne la ripetizione, più modesta e rara, ma sempre interessantissima, anche sulle facce dei nostri preziosi cristalli. Il significato ne é sempre lo stesso: rappresentano il portato di attrazioni, dello stesso ordine di quelle della capillarità, esercitantisi sugli ultimissimi veli reticolari di particelle, e nell' estrema fase di accrescimento, sulla superficie dei cristalli, per parte delle orlature in rilievo parallele agli spigoli; parallele, cioé, ai margini rettilinei delle facce; quivi le particelle poliedriche dei veli reticolari, già attirate sulla faccia del cristallo dalle forze orientatrici, sono pure attirate dai rilievi marginali, ed ivi sollevate, a guisa di menisco, come lo sono le particelle liquide dalle pareti di un recipiente che ne é *bagnato*. Quelle onde, o crespe solidificate; quei rilievi lanceolari sono veri *menischi concavi*, ma interrotti e frastagliati, fatti *a strascichi*, con gradinate concentriche di estrema tenuità, in ragione della costituzione cristallina, della fisica solidità inerente; i solchi, gli strascichi, non diretti nel senso della attrazione attivatasi, rassomigliano talvolta alle figure ramificate dette *di viscosità*, facili ad ottenersi interponendo una sostanza pastosa, viscida, fra due piani - per es. due lastre di vetro - e poi separando questi piani senza che struscino uno sull' altro.

La particolarità cui é parola può dirsi rara, anzi eccezionale fra i cristalli cospicui di solfo nativo. Tuttavia il grosso es. 22021 offre una faccia c. s., con forti increspature curvilinee, arcuate, quasi parallele, e concentriche.

Capitolo V.

I geminati, nel Solfo nativo cristallizzato. — (6 Es. 22073 ... 078).

L' evidente tendenza dei cristalli di solfo di Romagna, nei loro aggruppamenti regolari, verso la perfetta iso-orientazione costituisce un criterio *a priori* per prevedere scarsi i geminati, fra i cristalli medesimi. E tale previsione é anche giustificata dal fatto che nei cristalli di Solfo di ogni località o giacimento, che finora si studiarono, non si rinvennero che rarissimi casi di vera geminazione; quelli di Girgenti e di Lercara in Sicilia, scopertivi, rispettivamente, dallo Scacchi e dal Weser; ed uno in un

(*) Bombicci — Sulle guglie conoidi nei cristalli di Quarzo ecc. Correlazioni loro con i rilievi lanceolari. Mem. Accad. Bologna 1892.

calcare di Conil, pr. Cadice, osservato dal Von Rath e dal Busz. Quest' ultimo caso é offerto da un cristallino di circa 5 mm. di lunghezza, di abito prismatico per distorsione secondo una delle due zone del rombottaedro; é geminato secondo la legge (101), piano di geminazione e di accrescimento del cristallo.

Quattro soli esemplari vi si riferiscono in tutta la serie di cristalli di solfo nativo del Museo; e solo in tre di questi posson dirsi accertate due leggi di geminazione propriamente dette. Peraltro, esse leggi di geminazione, sono confortate non solo dalle misure goniometriche, ma ben anche dalla loro intrinseca semplicità e naturalezza. In un caso la legge ∞ 111, — nuova pel Solfo — é la semplice unione di due cristalli pel combaciamento di due facce eguali ottaedriche (fig. 65); (es. 22073 4 mm. asse). È dunque un caso di vera emitropia, se il piano ∞ 111 venga supposto secante un ottaedro, passando pel centro, e parallelo a due facce opposte di essa forma.

In un secondo caso, i due cristalli si toccano simmetricamente con due spigoli omologhi culminanti, quelli del brachidomo 011 (e^1). I rispettivi assi principali restano nel medesimo piano, con i due assi, o parametri secondari, i quali vengono a contatto colle loro inverse estremità. La legge é dunque ∞ e^1 (∞ 011), e il geminato può riferirsi, come nel caso precedente, all' emitropia, cui sarebbe piano di unione la sezione ∞ ad e^1, passante pel centro del rombottaedro (fig. 66, es. 22075).

A questa legge si avvicinano, o almeno pare, le unioni fra i rombottaedri, assai grandi (mm. 20 ... 25 di asse, circa), ma scabri, impuri e verdognoli, dell' es. 22077. Se non che la appannatura delle facce, insieme alla mancanza di pianità, toglie la desiderabile certezza.

Questi pochissimi cristalli geminati di Solfo nativo, della collezione romagnola sono poco nitidi, lunghi da 5 .... 7 mm., di color giallo-citrino ed appena traslucidi.

Le iso-orientazioni con paralellismo esatto dei loro elementi omologhi. — (45 Esemplari 22079 ... 123, di grande e medio formato).

Nell' idea giusta, sebbene astratta, della fisica costituzione dei cristalli, ciascun cristallo si compone di un numero grandissimo di particelle fisiche, *tutte orientate identicamente fra loro* e *tutte fra loro equidistanti*, nei casi più semplici e normali. E dovendo ammetterle poliedriche, in ragione di evidenti risultati di teoria e di esperimento così convien concepirle, necessariamente, tutte disposte in guisa da aver le facce omologhe *parallele* fra loro, qualunque sia la regione *omogenea* della massa cristallina che costituiscono.

In ogni cristallo può intuirsi perciò un esempio di iso-orientazione. La pianità tipica delle facce ne dà la conferma, insieme a quelle loro particolarità superficiali che tanto spesso conducono un cristallo ad essere, visibilmente, un aggregato regolare di moltitudini di cristallini piccolissimi, compenetrantisi fra loro, e riuniti qua e là in poliedri più estesi e distinti.

Oltre agli esempi d' indole microscopica, altri ne sussistono fabbricatisi macroscopicamente e veramente classici per tale concetto. Il solfo nativo di Romagna ne offre spesso splendidi saggi. Tali sono indistintamente quelli della serie sopra citata, senza dubbio una delle più scelte e ricche finora radunate.

Negli es. più istruttivi, l' insieme dell' aggruppamento dei molti cristalli iso-orientati ricorda la forma del rombottaedro, con o senza modificazioni (fig. 27 e 27 bis) prese dagli es. 22081 ... 22120; salvo le interruzioni, vacui, spazi intermedi ecc., che facilmente si sopprimono coll' immaginazione; ed è notissimo che disposizioni dello stesso genere, derivanti da cause identiche, possono trovarsi prodotte dalla massima parte delle sostanze che cristallizzano, naturali o artificiali che sieno.

Capitolo VI.

Le sfaldature e le fratture nei cristalli omogenei e puri di Solfo nativo (18 es.). **Laminette piane, esili, sovrapposte, parallele e in parte aderenti alle facce $b^{1/2}$. Dell'ottaedro primitivo** (es. 22133 ... 158).

Le fratture caratteristiche dei cristalli di Solfo nativo sono ineguali, confusamente e irregolarmente concave e convesse, ondulate, analoghe a quelle delle masse vetrose o di sostanze amorfe, indurite, colloidali. Pare che vi manchi la sfaldatura propriamente detta, quale suole prodursi generalmente nei cristalli, con pressioni, tagli o urti meccanici artificiali. Tuttavia si citano tracce di essa, parallelamente a g^1, dal Delafosse; dal Dana, e ∞ $b^{1/2}$ da Dufrenoy.

In verun modo mi è stato possibile di produrre, nei cristalli di Romagna, la sfaldatura ∞ M, indicata come relativamente facile dal Dufrenoy, ma non da altri autori.

Non è difficile il poter distaccare dalle facce di certi cristalli lamine più o meno esili, *a piani paralleli*; come si distaccherebbero, dal rombottaedro primitivo, lastre parallele di vera sfaldatura, se questa vi sussistesse. Ovvero, posson vedersi distese e in parte saldate, sulle facce $b^{1/2}$, sottili laminette piane dello stesso simbolo.

Sono da considerarsi perciò, fino a prova in contrario, queste lamine sottili, quali sistemi di reticoli piani, paralleli alle facce $b^{1/2}$ del rombot-

taedro primitivo, ma non aderenti, non saldati alle loro superficie; e perciò *teoricamente* corrispondenti a lamine di sfaldatura.

Per dar giusto il concetto di questa particolarità di struttura cito l'es. 22133; nel quale si vedono distintissime le lamine piane e sottili, parzialmente divise dal piano parallelo alla faccia $b^{1/2}$, su cui riposano aderendovi, e limitate su questo piano da faccettine $b^{1/2}$ e $b^{3/2}$, ridotte sottilissime e presso che lineari.

In quasi tutti i cristalli di color verdastro, più o meno bituminiferi, con aree limpide, interrotte da fissure, diffusioni, ecc., può notarsi una struttura ben distinta, a lamine vicine e parallele fra loro, di simbolo $b^{1/2}$. Anche in tali casi (es. 22138 ... 140) è simulata la sfaldatura normale.

Il cristallo 22134 offre altresì fratture concoidi, con aree recanti le striature speciali di sovrapposizione.

Considerando adesso le fratture per urto, che vorrei dire *traumatiche* di questi cristalli, credo basti all'uopo il brevissimo cenno descrittivo dei quindici individui raccolti in una serie apposita, (N.i 22141 ... 22158), e la facil deduzione che *tutte* si mantengono *indipendenti da qualsiasi piano di sfaldatura reticolare*, sebbene spettino alle direzioni di tutte le coppie di facce similmente orientate.

1° Es. Magnifico cristallo, grosso, limpido, verdognolo, distorto (zona $b^{1/2}$, $b^{3/2}$ P), in parte costituito da tre individui isorientati, e in parte con superficie a gradini e orli di contatto. Ampia frattura concoide, nitida, lucida, a finissime onde concentriche, tutte comprese sulla faccia $b^{1/2}$ dominante.

2° Parte di grosso cristallo $b^{1/2}\, b^{3/2}\, P$, puro, limpido, con interne fissure iridescenti. Frattura nella direzione prevalente ∞P. Ondulata, in parte concoide; liscia, lucida; lucentezza grassa-adamantina.

3° Gruppo di cristalli iso-orientati, limpidi, distorti, con veli di bitume ecc. Frattura *concavo-elicoide*, sopra una faccia $b^{1/2}$.

4° Es. con sfaldature presso che parallele $b^{1/2}$.

5° ... 8° Frammento di grosso cristallo, con faccia e^1 assai estesa. Frattura distintamente *concoide*, in direzione quasi parallela ad essa faccia.

9° Cristallo incompleto limpido, $b^{1/2}\, b^{3/2}\, e^1\, g^1$, con ampia frattura *imbutiforme*, nella direzione $\infty\, g^1$.

10° ... 11° Metà di grande cristallo, con ampia superficie di frattura *ad onde*, gradatamente curve, e in parte concoide, liscia, lucente; *diretta* $\infty\, h^1$.

12° Parte di cristallo, con vasta superficie c. s., ad onde larghe concentriche, circolari; diretta essa pure $\infty\, h^1$.

13° Grosso cristallo incompleto, limpido, con frattura ineguale, quasi parallela $b^{3/2}$.

14° Parte di bel cristallo con frattura c. s.

15° Frammento con frattura quasi parallela *M*.

16° ... 18° Cristalli con superficie di spezzatura variatamente orientate, ma tutte inegualmente curve, a onde e disposizioni concoidali, senza tracce di sfaldature piane, di simbolo determinabile.

Le sovrapposizioni ed i rivestimenti operati da straterelli cristallini di solfo nativo, sovra le facce di cristalli maggiori, pure di solfo, preesistenti. — (Es. 22119 ... 127).

Il fenomeno che qui considero é affine a quello delle iso-orientazioni. Ne differisce tuttavia in questo senso, che, nelle iso-orientazioni, diró classiche, tutti gl' individui concorrenti sono della stessa, identica formazione, della stessa identica fase. Sono tutti *contemporanei* nel largo significato *cristallologico* (mi si conceda l'utile neologismo), dell' espressione. Uno vale l' altro!

Invece, negli esemplari della nuova serie ora in discorso, gl' individui iso-orientati fra loro in un medesimo adunamento spettano a due distinte e consecutive fasi; a due tempi, cioé, di lavoro cristallogenico, fra loro più o meno distanti.

L' es. 22119, presenta un gruppo di cristalli tabulari, per la predominanza delle pinacoidi *P*, ed iso-orientati, di spessore variante fra circa 2 ... 3 mm. nei due più distinti e di assoluta, mirabile limpidezza; sopra queste due lastrine sorgono, specialmente da una parte, numerose piramidine, e piccole gradinate di decrescimento, sempre con iso-orientazione evidente, ma poco nitide e solo traslucide; mentre altre piramidi e cristalli quasi completi stanno ai margini delle lastrine diafane, alla loro volta senza nitore e senza trasparenza. Questo es. ha il pregio di presentare trasparentissima una placca sottile di solfo 001, ció che é molto raro, tanto più che le facce basali, pinacoidi, mancano poi quasi totalmente sulle piramidi ivi concomitanti, salvo le piccolissime a gradini, ed appena sollevate sui piani di comune sostegno (dimens. dell' es. mm. 15 $\times$ 20 $\times$ 35).

Se nell' es. ora descritto la posteriorità di fase della genesi dei cristalli piramidati e traslucidi sulle lastrine limpide era dimostrata, sia dalla posizione relativa dei cristalli, sia dal diverso grado di trasparenza e colore, nell' es. 22121, é dimostrata invece da differenza di colore, di abito, e in parte dalla disposizione indipendente. L' es. é un gruppetto di lucenti cristalli di color giallo-miele carico, la cui limpidezza é nascosta da profonde strie e pellicole di accrescimento, adiacenti sulle $b^{1/2}$; cristalli distorti, multipli, non esattamente orientati, cui aderiscono altri cristalli, o isolati, o distanti; i quali da una parte, per iso-orientazione e passaggi graduati, si immedesimano con i più grossi sopraindicati, mentre dalla parte opposta formano un confuso aggruppamento che, senza orientazione speciale, forma un cumulo sui cristalli di prima formazione.

Nei successivi esemplari, il solfo cristallizzato in grossi ma incompleti ed imperfetti cristalli, imbevuti di bitume, di color verdastro, con interni riflessi e iridescenze per estese screpolature, o per avvenuta disgiunzione nei piani di accrescimento, si vede ricoperto interrottamente da strati o da intonachi di minuti ed imperfetti cristallini, confusamente accumulati su talune facce.

Anche il magnifico cristallo 21986 dà bell' esempio di questa particolarità. Il grossissimo e limpido, ma incompleto cristallo ($b^{1/2}\, b^{3/2}\, P\, e^1$), sostiene cinque piccoli cristallini, $b^{1/2}\, P\, e^1$, traslucidi, assai regolari; dei quali due posati e iso-orientati sulla pinacoide P; gli altri tre, aggruppati irregolarmente sopra una $b^{1/2}$, a poca distanza dai primi.

I rivestimenti dei cristalli di solfo per opera di veli, o pellicole, o crosticelle, intonachi ecc., di altre e diverse sostanze. — (Es. 22159 ... 175).

Come nelle miniere di Sicilia, così in queste di Romagna accade non di rado di trovar coperti da esili crosticelle, da pellicole cristalline, unite, traslucide, i grossi cristalli e i gruppi di solfo nativo. Nel maggior numero dei casi, i minerali costituenti tali pellicole sono: Calcite pura; Celestina; Quarzo.

Alla luce viva, accade di vedere tali pellicole tutte lucenti come raso, o punteggiate da cristallini microscopici luccicanti, iso-orientati; ed è generalmente facile il distaccarle dalle facce cui aderiscono, le quali sono, quasi sempre, molto nitide e specolari.

Ne ho tenuta distinta una serie di 17 belli esemplari, de' quali darò un cenno rapidissimo:

Negli es. 22160 ... 172 ... 174, i cristalli di solfo sono intonacati da crosticelle o pellicole di calcite biancastra, che può parere gialliccia per trasparenza, sulle faccie gialle sottostanti.

Gli es. 22172 e 22174, sono voluminosi assai, il primo con un folto adunamento di cristalli, sulla convessità di un blocco di ganga calcarea; ed i cristalli sono completamente incrostati, tranne dove furono scoperti per il casuale distacco di una parte della pellicola avvolgente; il secondo, più voluminoso, è geodiforme; i cristalli per la maggior parte incompleti, offrono alcune facce coperte dalla pellicola di calcite; e questa consiste, sia in un velo cristallino, sottile, traslucido, uniforme; sia in un aggregato di piccoli scalenoedrini, fusiformi, con i loro apici sporgenti e divergenti a mazzetto. Talune pellicole cristalline di calcite si vedono separate dai cristalli di solfo, pur attaccate alle sporgenze dell' esemplare nelle vacuità fra i cristalli medesimi; come se si fossero staccate e spostate dalle facce rispettive prima che il lavoro di rivestimento fosse del tutto esaurito.

L' es. 22164 offre il rivestimento di calcite, sopra una parte di un cu-

rioso aggregato di gruppetti cilindroidi, contorti, irregolari, di solfo nativo. I gruppetti, più o meno allungati, isolati, e prevalentemente paralleli fra loro, si vedono per lo più saldati in masserelle appiattite, più che mai irregolari, dando all' assieme una certa somiglianza colle configurazioni coralloidi o spongiformi. Probabilmente, dove si concretava con affrettata attività la cristallizzazione del solfo di quest' es.; si svolgeva contemporaneamente del vapore acqueo, o della anidride carbonica.

Il piccolo saggio 22165 dà l'es. dei rivestimenti prodotti da intrecciamenti confusi di prismetti brillantissimi e limpidi di Celestina. Altri prismetti scaturiscono qua e là dai cristalli di solfo; mentre, sulle facce, dalle quali si distaccarono le crosticelle di celestina, restano le impronte caratteristiche.

Gli es. 22166 ... 173, e quelli della serie 22971 ... 976 hanno il rivestimento di quarzo microcristallino, in sottili pellicole biancastre, o in crosticelle distintamente costituite di cristallini dodecaedrici, di cui le piramidi sporgono e brillano, insieme a piccoli cristalli limpidissimi di Celestina, dallo straterello incrostante. L' es. 22171 offre un bel gruppo di grossi cristalli di solfo con abito appiattito, tabulare, notevolissimo, incrostati c. s., e con ulteriore sovrapposizione di cristallini di solfo, sulle pellicole quarzose.

Gli es. invece 22969 e 22977 presentano due casi di abbondantissima incrostazione; il quarzo micro-cristallino all' esterno e la silice jalitica e calcedoniosa, direttamente avvolgente i cristalli, mascherano quasi la forma di questi. Tuttavia, rimane abbastanza visibile che essi sono trimetrici tabulari, del tipo frequente nella Celestina.

Quarzo e jalite si distendono sulla roccia calcareo-marnosa, ricca di solfo, in intonachi, rilievi globulari allineati, creste curvilinee, restandone la sostanza quasi incolora e traslucida.

Anche gli es. 22168 .... 169, sono ad intonaco siliceo; ma questo, bianchiccio, tenue come patina data col pennello, é jalitico, opalino, non quarzoso. Al microscopio si vede caratterizzato da una distesa di mammelloncini amorfi, minutissimi, traslucidi, otticamente inerti. I cristalli intonacati sono limpidi, assai grossi, a tremie, in parte rotti e denudati.

Il mediocrissimo es. 22166 stà nella serie soltanto per rappresentarvi il caso delle disposizioni siliceo-opaline, o bianco-farinacee, jalitifere, sui cristalli di solfo, delle quali, nella grande serie dal N.° 22958 al N.° 23020 si hanno i migliori e numerosi esemplari.

Infine, presenta pur incrostati da pellicole quarzose, uniformi, traslucide e microcristalline, i suoi grossi e bei cristalli tabulari, il magnifico saggio portante il N.° 39391.

Si può tener conto, anche in questo capitolo, della presenza, nelle geodi, e sulle pareti cristallifere della Perticara, di cristalli isolati di solfo, sostenuti leggermente da esili crosticelle di Calcite micro-cristallina; facili a

staccarsi, ma non a conservarsi illese, essendo friabilissime. I cristalli di solfo sono assai regolari, in generale piccoli (2...5 mm. di asse), ma talvolta più voluminosi e multipli (V. Cap. VII).

Iridescenze sulle facce. Colorazioni varie, intrusioni, filtrazioni, patine, inclusioni, ecc., nei cristalli di Solfo.

Soli tre es. presentano una discreta IRIDESCENZA, a riflessi verdi prevalenti sulle facce ottaedriche (N.° 22240 ... 242).

Cristalli di color verdastro, traslucidi. - (Es. 22176 ... 206). - La tinta verdastra, somiglia perfettamente a quella che vedesi per fluorescenza in certi petrolj di color rosso-aranciato cupo; ma le loro lamelle non presentano tracce di dicroismo alla lente dicroscopica, nè diffusioni risolvibili al microscopio.

Sogliono essere voluminosi, con assi principali da 3 ... 8 centim., colle più frequenti combinazioni. $b^{1/2}\, b^{3/2}\, P$, e $b^{1/2}\, b^{3/2}$; talvolta con e^1; generalmente con forti distorsioni e abito prismatico clinoedrico.

Ho già ricordato, per la sua splendida limpidezza, e vivacità rifrangente, il cristallino dell' es. geodico 22367. - Cito, per la stessa ragione l' es. 22601 con un cristallino pure fulgidissimo, piccolo molto distorto sopra un blocco voluminoso con vacui geodiformi, di forma $b^{1/2}$.

Si hanno poi belle varietà e grandi es. di solfo in cristalli di color giallo-miele, giallo-aranciato, giallo-fulvo (Es. 22207 ... 214), per lo più di seconda formazione, copiosamente ma confusamente distesi o aggruppati sulla marna grigio-cenerina, compatta.

Sono altresì notevoli gli es. con due ben distinte colorazioni coesistenti, giallo-citrino-normale, rosso-aranciato-carico, inerenti a masse cristalline, o cristalli, di grande limpidità, di apparente omogeneità di struttura, e strettamente unite, quasi compenetrate fra loro, tuttavia così diversamente e distintamente colorate (22215 ... 239).

Essi debbono queste colorazioni a lievi diffusioni di sostanza bituminoide. Può escludersi, come causa, una modificazione strutturale, prodotta da maggiori temperature essendo troppo intima e non rara, l'unione delle var. così colorate con altre di tinta chiara, normale.

Inclusioni nei cristalli di solfo. - C' è da dir poco su questo proposito. - Fin ora si rinvennero inclusioni grossolane, inquinatrici, e visibilissime ad occhio nudo, attraverso spessori di più millimetri, di materie argillose, di marna, e di bitume; ma non si presentarono fin qui altri esempi di inclusioni di liquidi con bollicine oscillanti che quello del pic-

colo cristallo appiattito del N.° 21976; mentre furono visti dal Prof. Silvestri, nei cristalli di Valguarnera, provincia di Catania, parecchi cristalli distintamente aeroidri.

Tuttavia, questo risultato, pressoché negativo, non ha valore assoluto, e puó esser contradetto da ulteriori ricerche.

Capitolo VII.

Solfo concrezionato, stallattitico; incrostazioni solfuree, cui aderiscono altri gruppi di cristalli. — (Es. 22243 .... 246).

Solfo in cristalli di consecutive formazioni, sulle marne frammentate, o brecciformi, screpolate e consolidate successivamente. — (Es. 22247 .... 271).

Per le concrezioni e le stallattiti, si tratta di esemplari ordinari, mediocrissimi, senza altra ragione d'interesse che l'aiuto che puó derivarne per riconoscere la relativa etá delle cristallizzazioni cui si accompagnano, e la natura dei fenomeni locali perduranti.

È sempre l'attivitá chimica, idrotermale, negli spazi del giacimento solfifero, l'elemento primo di tali modalitá, e talvolta operante a temperature bastevoli per volatilizzare il solfo, per liquefarlo, per produrre croste, patine, stallattiti; alle quali temperature non sono estranee le combustioni lente, gl'incendi durevoli del minerale, nelle gallerie o nei cantieri.

Se si esaminano gli esemplari recanti i numeri qui sopra trascritti (marna grigia, cosparsa di cristalli di solfo) e raccolti in copia alla Particara, a Formignano, ecc., e si confrontano con tutti gli altri, pur di ganga marnosa e solfifera, scorgesi subito questa differenza: i cristalli de' primi sono quasi opachi, deformati, appannati, minutamente multipli, ma con divergenze continue dalla iso-orientazione, disposti in sistemi appiattiti, o distesi sulle superficie di frattura della loro ganga; mentre gli altri, delle condizioni solite di giacitura, sogliono essere limpidi colle facce abitualmente lucenti, a gruppi iso-orientati, e con una *facies* loro propria e caratteristica.

Tali differenze dipendono dall'essere i cristalli di cui si tratta - di seconda, o di consecutiva formazione - rispetto a quella del deposito iniziale e normale del rispettivo terreno solfifero.

Le cristallizzazioni speciali, ora accennate, derivano dalla perduranza di attivitá idrotermali, di filtrazioni dissolventi copiosamente i cristalli di solfo che giá si erano formati, e riproducenti nuovi cristalli, colla materia dei giá distrutti. Questo lavoro ha la sua sede di esaurimento nelle fissure di rocce rimaneggiate, disgregate, e poco a poco riconsolidate. Fu aiutato

dal concorso di solfuri alcalini solubili, e di sensibili movimenti del suolo, dimostrati in quel giacimento dai crepacci, dai distacchi, dagli spostamenti e dalle risaldature grossolane delle scaglie rocciose. Al solfo si accompagnano il calcare, con cristalli di calcite, la silice gl' idrocarburi bituminoidi; ed io credo che il solfo siasi precipitato assai rapidamente, allo stato amorfo; e che siasi successivamente fatto cristallino, con gruppetti di cristalli ben distinti ed anche voluminosi, in un lunghissimo periodo di tempo, mercè un lavoro estremamente lento delle attività molecolari.

Una temperatura notevolmente elevata, e vicina - grado più, grado meno - a 100° c., può aver coadiuvato efficacemente la attitudini dissolventi o dissocianti, e poi cristallogeniche dei vapori acquosi e solfurei, e delle soluzioni solfureo-calcaree e solfureo-alcaline, in quella fase di localizzata idrotermalità mineralizzatrice.

Debbono pur citarsi, in ordine a queste stesse considerazioni, i cristalli, che generalmente, piccoli in confronto ai più comuni e copiosi, tuttavia con 2 .... 10 mm. di asse, assai regolari, di bel color giallo, in generale poco trasparenti, con lucentezza rasata sulle $b^{1/2}$, e poveri di faccette secondarie, si vedono aderenti sopra esili crosticelle di calcite finamente cristallina, imbevute di bitume e perciò di color bruno, cupo ed appena traslucide (Es. 22281 ... 22318 ... 340; ovvero sopra concrezioni brune, screpolate, alterate, terrose in parte, nelle quali i cristalli di solfo, talvolta grossi, più o men distorti, con tremie più frequenti sulle pinacoidi basali, poco trasparenti, pochissimo lucidi, stanno incastrati, quasi direbbesi incastonati, fra le irregolari sporgenze delle ganghe suddette.

I circa 60 es. trascelti per la collezione sono più che sufficienti a dar idea di questa special condizione, essa pure derivante da un lavoro cristallogenico *consecutivo*, capace di riprodurre il carbonato di calce dal polisolfuro calcico in soluzione, di far cristallizzare lentamente il solfo, aiutando la separazione dei cristalli colla materia bituminosa di deposito contemporaneo.

In tutti i cristalli di questa serie, le facce osservate sono: $b^{1/2}$, P, e^1, $b^{3/2}$. Delle altre possono esservi tracce; ma in ogni caso, in modo insignificante e trascurabile.

Capitolo VIII.

Es. geodiformi, in ganghe diverse, con rivestimenti di cristalli di Solfo, Calcite, Selenite ed inzuppamenti di bitume. — (Es. 22272 .... 280 .... 22367).

La modalità geodica è naturalmente frequentissima, abituale, nei giacimenti solfiferi, dove le azioni chimiche corrodenti, le concrezioni accom-

pagnate da svolgimenti di vapori e di gas, le irregolarità di sviluppo e di andamento dei tramiti ascendenti, delle filtrazioni ed emanazioni verso la superficie, sono le principali e non sole cause di vacuità d'ogni fatta, e di spazi favorevolissimi per la costituzione di adunamenti cristalliferi, geodiformi, appena le sostanze che gl' invadono e li riempiono sieno in grado di depositare i prodotti definitivi del lavoro chimico che vi si sta compiendo.

In generale sono i vacui, fra strato e strato, o fra letto e letto, che dànno i migliori e più notevoli esempi di geodi a cristalli. - Le solfare romagnole ne offrono di splendide, sia con i cristalli predominanti o esclusivi di solfo nativo, (V. es. dei numeri più oltre citati), sia con altri di Celestina, di Aragonite o Calcite, di Selenite ecc.

Peraltro la serie degli es. geodiformi, poco numerosa, ma ricca in compenso di saggi molto istruttivi, abbelliti dalle cristallizzazioni eleganti di Calcite e di Celestina, ha per sola ragion di sussistere l'opportunità tassonomica o didattica; imperocchè radunando essa le cavità *cristallifere* che attestano l'energia del lavoro idrotermale efficiente, facilita lo studio comparativo di questo lavoro, e la paragenesi dei singoli, diversi e rispettivi cristalli.

Nella geode grande e bellissima del N.° 22602 (cent. 22 × 15 × 12), il rivestimento copioso di grossi cristalli, bianchi, jalini e distinti, devesi alla Celestina, le cui forme abituati, con qualche geminato, con rari ottaedri di solfo nativo, riposano sopra un precedente intonaco di calcite romboedrica.

La geodina *a calcite* scalenoedrica del N.° 22367, presenta uno dei più fulgidi cristallini di solfo, della collezione.

L'abito suo é assai regolare, dominando $b^{1/2}$, in un colle $P\,b^{3/2}$. Vi si rifrange la luce con vivacissime tinte spettrali, e sta quasi isolato sui bianchi scalenoedrini del rivestimento, con cristalli di Celestina.

Gli es. 22602 ... 612 ... 637 ... 642, la cui marna compatta, con incavi e insenature, è tappezzata da cristalli bellissimi di Celestina, facevan parte di geodi magnifiche ma demolite pur troppo, per la necessità dello scavo.

La elegante geode 22626 (cent. 6 × 10 × 15), offre pure interessantissimi i cristalli di Celestina, con abito appiattito, quasi tabulare, dominando le g^1 sulle $M, e^{1/2}$, ecc.

Invece, nell'es. 40293, a ganga di calcare solfifero compatto, vedonsi grossi prismi della stessa Celestina che ricordano la prevalente modalità dei più copiosi e comuni di Sicilia.

Nella geode, tipica, N.° 22274, un grosso, stupendo rombottaedro primitivo di solfo limpido, sta incastrato in parte, nella cavità, con altri piccolissimi di notazione esclusiva $b^{1/2}$.

Finalmente il colossale es. 22368 è una distesa copiosissima e singo-

lare di gruppetti indeterminabili di cristalli multipli, distorti, irregolarmente intrecciati fra loro, striati, quasi opachi, e di un bel giallo-canario-chiaro, su di un grosso blocco geodico di marna compatta, solfifera.

Oltre a questi pochi che designo, mercé i numeri rispettivi, moltissimi altri potrebbero esser citati, spettanti a questa collezione bolognese. Ma sarebbe superfluo. Merita speciale osservazione l' es. 22272 che é una stupenda geode, tutta di cristalli di solfo, collegati da bitume nero, viscoso, colante, con poca ganga calcarea incorporatavi, nella cui vacuità risplendono fulgidissimi cristalli di puro solfo, colla combinazione prevalente - per quanto puó scorgersi la dentro - $b^{12} e^1 g^1 P b^{3/2}$.

L' es. ha cent. 9 $\times$ 14 $\times$ 17 nelle sue tre dimensioni.

Capitolo IX.

La struttura sferoedrica dello Solfo nativo. — Es. 22369.

Di questo bellissimo e prezioso es. (22369), diedi già la descrizione e la figura in una pubblicazione del 1891, sulle sferoedrie cristalline (*), e ne ho fatto menzione in qualche altra circostanza. - Riassumo perció semplicemente le indicazioni caratteristiche, pur riproducendone qui la nuova fotografia (fig. 67).

Consiste in un grosso e bel rombottaedro (cent. 6,5) quasi completo, alquanto distorto; colla combinazione $b^{1/2}$ $b^{3/2}$ P ($b^{1/2}$ domin.). - Presso il piano degli spigoli laterali, aderisce ad uno spigolo del brachidomo, un globo di solfo puro (circa mm. 25 diam.) a struttura fibroso-raggiata, tipicamente *sferoedrica*, ciò che si rileva da qualche lieve scheggiatura.

Si trovano, adunque, riuniti, in uno stesso saggio, con dimensioni e regolarità eccezionali, la forma tipica più semplice, *ottaedrica mono-poliedrica*, e la più sintetica, o complessa, *sferoidale-raggiata* del solfo cristallizzato.

L' es. viene dalla miniera della Perticara.

Canaletti attraversanti (22365 ... 366) 5 es. 22408 ... 22412.

Capita qui a proposito di tener parola di una particolarità attinente alla genesi del Solfo nativo, e del processo suo di cristallizzazione.

Trattasi di masse cristalline di Solfo le quali, costituendo irregolari ri-

(*) Bombicci — Le gradazioni della sferoedria nei cristalli, ecc. Coesistenze nelle forme normalmente reticolari. Mem. Accad. 1891.

vestimenti di alcuni pezzi di ganga marnosa e compatta, son tutte perforate nel loro spessore da una infinità di canaletti, di pori e bucherelli tubulari, press' a poco paralleli fra loro, e tanto fitti in diversi esemplari da rendere come spugnoso il solfo che attraversano, fibroso-fascicolari le masse che contengono quelli più larghi e periferici.

La collezione possiede cinque belli es. di tal genere (22408... 22412). Nel primo si ha una cavità geodica, nella marna imbevuta di Solfo, con filtrazioni e nidi di bitume, gruppetti di Calcite scalenoedrica, grumetti silicei bianchi, e cristalli di Solfo verdognolo, poco sviluppati, imperfetti. Questi cristalli son traforati nel loro spessore da canaletti, moltissimi dei quali hanno quadrilatera la sezione trasversale; negli altri essendo circolare o quasi. Pressochè tutti son diretti, parallelamente fra loro, verso la faccia terminale, pinacoide, sebbene con inclinazione indipendente dalla simmetria geometrica dei cristalli. Se si guarda la faccia pinacoide perforata, nella direzione dei canaletti a sezione quadrilatera, si riconosce una regolarità di allineamenti paralleli e di alternanze negli allineamenti contigui, sufficiente a farci stabilire che la causa dei fori deve aver agito, essa pure, *contemporaneamente* alla precipitazione e cristallizzazione del Solfo nativo.

Quale l' indole di questa causa?

Tentiamo di desumerla, mercè il confronto di diversi esemplari.

Il secondo pezzo (22409), presenta le condizioni generali del precedente; ma i forellini non sono più distintamente quadrilateri, nè in assettamento regolare. Nel terzo es. (22410), tozzo di forma, e ricco di solfo bucherellato, il minerale si sovrappone a masse fascicolari, spugnose, con canaletti per lo più a sezione circolare, i quali comunicano fra loro, mentre nei meno stretti apparisce la roccia nuda su cui giace il solfo. Per altro, nella superficie contigua, essa pure vestita da uno strato cristallino, ineguale di solfo, si scorgono soltanto le *traccie delle perforazioni*; e queste pochissime, sono dirette nello stesso senso di quelle che abbondantemente invadono lo strato di solfo della vicina superficie.

Nel pezzo 22411, sopra il frammento di marna grigio-cupa, compatta, solfifera e bituminifera, sta un deposito bianco, incrostante, composto di minimi cristallini di quarzo in druse e globetti, di cristallini brillanti ma piccolissimi di Celestina, con altri di Calcite. È incrostato alla sua volta da uno strato continuo di Solfo che apparisce perforato dappertutto dai soliti forellini e canaletti, pochi dei quali hanno quadrilatero il contorno, ossia prismatica la loro interna configurazione. Tenuissime velature di Celestina contornano qua e là i forellini, e penetrano in essi.

Finalmente l' es. 22412 è una grossa scaglia rettangolare di marna solfifera, di cui una superficie è copiosamente incrostata da un accumu-

lamento microcristallino, bianco, quasi niviforme, con fiocchetti, straterelli, pellicole ecc. di Celestina, cui sottostà uno strato di Solfo largamente attraversato e interrotto dei canaletti e dalle cellette di cui è parola; strato che si stende, al di sotto dei pezzo, sopra una superficie piana a circoscritta.

Anche in questo vedesi qualche velo cristallino di Celestina stendersi dattorno ai fori e penetrare in essi.

E dicendo della spiegazione del fenomeno — tenuto conto sopratutto del parallellismo prevalentissimo dei canaletti; della loro configurazione prismatica quadrilatera nei più tenui; circolare o cilindroide nei maggiori; della perpendicolarità abituale che essi mostrano sulle superficie incrostate dallo strato rispettivo di solfo; della presenza del carbonato di calce, nella materia dello strato, e della sua assenza quasi costante nelle posiztoni donde sorgono i canali più larghi — parmi di poter concludere che il fenomeno dipenda da *lento ma prolungato* svolgimento di un gas, verosimilmente anidride carbonica, dalle superficie su cui si andavane depositando calcare, solfati, materie bituminoidi, silice e solfo nativo; e secondo me, tale svolgimento gassoso sarebbesi mantenuto finché deponevasi il solfo sui primi veli e straterelli calcarei, e si faceva cristallino in massa; per esaurirsi, avanti la totale deposizione del quarzo e della celestina.

Capitolo X.

Esemplari colossali, e altri, degni di speciale menzione.

In questo capitolo mi ero prefisso di registrare alquante notizie sui più ragguardevoli esemplari che si accompagnano alla serie delle forme cristalline, e sulle loro particolarità fisiche e strutturali. Ma l'inconveniente che ne nascerebbe della lunghezza esorbitante di questa pubblicazione, non sarebbe compensato dall'efficacia delle descrizioni, utili soltanto a coloro che s'interessano specialmente del solfo nativo, e che, del resto, possono ad ogni momento visitare e studiare con maggiore profitto tutta quanta la collezione.

Lo riassumerò quindi, con alcune indicazioni concise:

Dall'es. 22341 al 22362, la serie risulta di grandi e magnifici saggi, con cristalli puri, limpidi e rifrangenti, colla più frequente combinazione $b^{1/2}\,.\,P\,.\,b^{3/2}\,e^{1}$, sparsi abbondantemente, e potrebbesi dire elegantemente, sopra grossi scaglioni di ganga solfurea, intrisa di bitume bruno o nero.

Nei due es. 22363 ... 364, si ha pure il solfo su ganga calcare e di solfo, fatta superficialmente nera dal bitume; ma i cristalli sono ridotti

a placche irregolari, di dieci lati nelle meno dissimmetriche, tutte scavate ed interrotte, con rilievi informi; sono i risultati dell' impedimento, direi dell' aborto di alcuni grossi cristalli, derivante dalla strettezza della fessura dove si era iniziata la loro formazione (fig. 57).

I due es. 22365 ... 366 si presentarono già alla rivista, per il fatto dei canaletti attraversanti lo strato di solfo cristallizzato; l' es. 22367 fu citato per il fulgore iridescente del piccolo cristallo annidato in una geodina a calcite; il gr. es. 22368, per la brillante cristallizzazione ma in confusi aggruppamenti di cristalli multipli e striatissimi che vi si distende; i 52 es., dal 22369, stupendo gruppetto di grossi, limpidi cristalli, riuniti da un piccolo frammento di ganga bituminosa, al 22420, rappresentano ció che di più appariscente, istruttivo e raro si é potuto raccogliere ed acquistare, oltre ai cristalli sciolti ed ai pezzi aventi significati speciali, quindi distribuiti in tante serie separate, quanti sono i fenomeni che debbono esserne illustrati esattamente.

Di questi 52 es., descritti sufficientemente nel catalogo generale e ufficiale del Museo di mineralogia, degni dell' attenzione degli studiosi, citeró soltanto quello portante il numero 22373 - splendido, stupendo cristallo limpidissimo, leggermente distorto (con $b^{1/2}$ preval. $b^{3/2} P$, tr. e^1), voluminoso (mm. 38 e 46, profili orizz., e 54, diagon. maggiori), completamente isolato e sciolto, con qualche ammaccatura lievissima.

Capitolo XI.

Il Solfo amorfo, compatto, opaco, di apparenza cornea o saponacea, in arnioni e noduli, ovvero associato a fusti e tronchi di legno carbonizzato, con gesso, silice ed altre sostanze. — (Es. 22538 ... 560) N.° 23.

Solo per non trascurare la modalitá più comune abbondante ed utile del solfo nelle nostre miniere nazionali, indicheró gli es. di marna litoide, copiosamente imbevuta o compenetrata di solfo più o meno amorfo, compatto, massiccio, colle strutture che si dissero - *saponacea*, *cornea*, ecc., essi pur collocati nella collezione, ed appositamente classificati.

Allo stato massiccio, la var. cristallina, solubile ecc., ma non in cristalli, intride, cementa, consolida più o men copiosamente i sedimenti marnosi stratificati. Produce il vero minerale di solfo, il più utilizzato, unitamente a quello che con più riconoscibile struttura cristallina, si associa ai calcari concrezionati, ai gessi. - Si hanno naturalmente minerali di diversa ricchezza, nelle diverse categorie; le differenze, possono aver grande significato nell' industria estrattiva, e nel commercio; non ne hanno alcuna, in ordine alla scienza delle specie minerali e dei cristalli. Del resto, una de-

scrizione a parole non servirebbe a niente. Chiudo perciò il capitolo notando che mentre i minerali ricchi si presentano in letti corrispondenti agli strati ed ai banchi di sedimentazione marnosa, di acque salmastre o di estuario, le var. compatte, di aspetto corneo o saponaceo, giallicce-chiare, sono piuttosto disseminate, in forma di cogoli, di arnioni, di amigdale, ed a preferenza nelle roccie, tufi, marne ecc. dei *partimenti* nella formazione solfifera.

In istato amorfo, ma in minime particelle, o in diffusioni come nuvolette, cespugli, straterelli sottilissimi ramificati, sfumati, ecc., il solfo nativo, col color giallo suo caratteristico, e talvolta accompagnato da distinti cristallini ottaedrici, si vede incluso nelle grandi lastre limpidissime ed incolore di selenite, o nei grossi cristalli, non isfaldati, di questa stessa sostanza.

Gli es. 22717... 720 della collezione sono molto interessanti ad osservarsi per tale riguardo, e sono bellissimi per la purezza assoluta della selenite, per la elegante disposizione, in essa, delle dendriti gialle di solfo. Nell' es. 22730 scorgesi inoltre un brillante rombottaedro. Esternamente il solfo penetra pure nella selenite con i suoi aggregati cristallini, associandovisi il bitume, ma in modo affatto localizzato e superficiale.

Dicendo delle infiltrazioni del solfo in altre sostanze, colle più attenuate sue modalità polverulente o micro-cristalline, riesce qui opportunissimo il cenno del solfo amorfo mineralizzante tronchi di lignite.

Come nelle gessaie di Monte Donato presso Bologna la Selenite compenetra siffattamente la sostanza legnosa, semi-carbonizzata o bitumizzata in parte, di fusti e tronchi che sembrano affini alle attuali cupulifere.

Così troviamo ripetuta, con piena analogia, questa singolare maniera di petrificazione, in tronchi e fusti del medesimo genere, per opera del solfo nativo, amorfo.

Gli stupendi esemplari di legno gessificato, colla loro apparenza di grosse o piccole scheggie legnose, fatte trasparenti e jaline, qua e là, dove più abbonda la Selenite pura, specialmente in senso parallelo ai fasci delle fibre, sono stati da me descritti in altra Memoria (*), e non importa rifarne qui la storia. Ma conveniva il ricordarli, imperocchè rappresentano un processo di circolazione del gesso fra la materia del legno fossile, che deve essersi riprodotto identicamente, per mezzo di acque sulfuree e del solfo che si separava da esse.

Se non che un lavoro molecolare lentissimo, che ritengo abbia durato per tutto il decorso dei tempi, dal miocene superficiale all' attualità, il gesso si è costituito in grosse placche e in delicate laminette cristalline,

(*) Bombicci — Sulla durata indefinita del lavoro molecolare cristallogenico perfezionante, nelle masse cristalline in posto. — Mem. Acc. delle Scienze dell' Istituto di Bologna, 1894.

uniformi; tanto che queste, non soltanto vedonsi diafane, incolore; ma le scheggie di legno che ne sono sede, si rompono secondo lunghe direzioni oblique di vera sfaldatura; mentre il solfo vi é rimasto *amorfo*, compatto, o saponaceo, o resinoide e massiccio.

I pezzi di legno (piligno), più diffusamente imbevuti di solfo, conservano il loro aspetto, e in gran parte la loro propria tinta bruna. Gli es. poi, più voluminosi lasciano ravvisare in qualche parte, un principio di silicatizzazione, in piena analogia di ciò che mirabilmente ci presentano i magnifici tronchi legnosi, da una parte carbonizzati e fatti lignite, dall'altra silicizzati e fatti pietra dura, della miniera di Monte Massi in Toscana; e in discreta guisa, presso Rocca Corneta e Grecchia, qui nel Bolognese.

Non sono rari i casi di legno silicizzato, diasprino, con intromissioni laminose di Selenite pura.

Gli es. più considerevoli, in collezione, di legno *sulfurizzato*, con copia ed evidenza di solfo nativo compatto ecc., portano i numeri 22556...559, e 23374...377.

Capitolo XII.

La silice cristallizzata, calcedoniosa, jalitica e concrezionata, geyseriana, nelle ganghe e nelle cristallizzazioni del Solfo. — Es. con Quarzo.

Nella Memoria che pubblicai fin dal 1877, nel Tomo VIII, serie 3.ª di quest'Accademia, col titolo « Contribuzioni di Mineralogia italiana », e nell'altra, del 1891 (Tomo I, serie V c. s.), intitolata « Nuove ricerche sulla Melanoflogite della miniera Giona, pr. Racalmuto », feci ripetutamente cenno dell'esistenza del quarzo cristallizzato, e di altre modalità della silice, con i minerali di solfo della miniera di Marazzana, nel giacimento solfifero presso Cesena; dandone pure qualche breve descrizione (pag. 52, nella 1.ª - pag. 19-20 della 2.ª Mem.). Posso perciò limitarmi adesso a riassumere i fatti seguenti:

a. Si é per lungo tempo creduta estremamente rara la silice nelle solfare, tanto di Sicilia quanto di Romagna. In Sicilia può dirsi, anche oggidí, veramente eccezionale la presenza del quarzo o della jalite col solfo nativo; a parte la scoperta della tanto discussa Melanoflogite, nella miniera Giona, di Racalmuto.

b. Nella miniera di Marazzana la silice si é trovata relativamente diffusa, se non copiosa, e colle seguenti più notevoli varietá:

Quarzo ialino, cristallizzato. - Si presenta in gruppetti di brillanti pi-

ramidi, diafane o lievemente grigiastre, ovvero in e rilievi attondati, o cilindroidi, irti pure di piramidi esagonali di piccoli cristallini, con tracce di bitume; ovvero, (es. 22965 ecc.), in gruppetti di cristalli dodecaedrici, nitidi e distinti, quasi incolori, sulla calcite, marna ecc. (22966 ... 967); ovvero in rivestimenti di vacui geodiformi, nel minerale di solfo (22968 ... 969); ovvero in tenui pellicole di minimi cristalli, in parte calcedoniose, traslucide, distese sulle facce di grossi rombottaedri di solfo, o rialzate in rilievi cilindroidi, coralloidi, in tubercoletti ecc.; talvolta con gruppetti mammillonari, sferoedrici (22970 ... 976); ovvero in crosticelle bianco-traslucide, che vestono completamente grossi cristalli geminati di Celestina, insieme al solfo nativo sul minerale marnoso (22977); ovvero in bianchi mammelloncini, per lo più emisferici, colla superficie irta di piccole piramidi, sulla marna solfifera brecciforme. Questa modalità si associa di sovente al calcedonio bianco o azzurrognolo (22978 ... 986). - Ovvero in globuli e mammilloncini sferoedrici, bianchi, distintamente cristallini, frapposti a gruppi di cristalli scalenoedrici di Calcite, su ganga bruna, calcarea, lamellare (22987); ovvero in straterelli, in croste e veli cristallini, tesi a distanza dalla superficie della ganga e dei cristalli di solfo che essi attorniano, e rivestono più o meno estesamente; ed in intrecciamenti confusi, distinti, di bianche pellicole, quasi niviformi (22988 ... 990); ovvero, in crosticelle, globuli, tubercoletti, ecc., profusi sulle ganghe solfifere, con altri cristalli di calcite e con associazione alla seguente varietà, idrata e farinosa; in qualche saggio lo strato cristallino del solfo vedesi attraversato dai canaletti o tuboli paralleli, di cui già diedi la descrizione (22994 ... 23010).

Silice bianca, opaca, niviforme, disgregata o friabile, associata al quarzo. - Suole presentarsi essa pure in mammelloncini emisferici a struttura raggiata, quarziferi, ne' quali può restare predominante il quarzo, ovvero può farsi pressochè esclusiva questa silice idrata amorfa, di aspetto farinoso o polverulento, (es. 23004 ... 23020).

Croste jalitico-calcedoniose, sottili, bianche od azzurrine, a mammelloncini o variolitiche, sul minerale di solfo, sulla marna a vene calcaree, con bitume nero, ecc.; sempre della miniera Marazzana, presso il così detto cantiere de' Fondi. Es. 22958 ... 964.

Capitolo XIII.

Ricordo delle cristallizzazioni di Celestina, di Epsomite, di Calcite e Aragonite, nelle solfare di Romagna.

Avendone tenuto parola in altra pubblicazione (Mem. citata « Contribuzioni di Mineralogia italiana, 1877 »), ricorderò di volo le seguenti particolarità:

Celestina. - (Es. 22601 ... 684). - I suoi più frequenti e cospicui esemplari differiscono assai, per l' abito loro, per la loro morfologia geometrica, da quelli notissimi e abbondantissimi, delle solfare siciliane. Mentre in questa domina l' abito prismatico, senza eccessivi sviluppi di facce pinacoidi, o di zone di facce, i cristalli delle solfare di Romagna si presentano, salvo eccezioni, con aspetto tabulare, predominando le pinacoidi e talvolta riducendosi a placche sottili, contorte, anormali. Peraltro, anche nel loro complesso, i cristalli di questa Celestina hanno abito molto vario, derivante dal diverso sviluppo delle zone di facce rispettive. Vi sono assai frequenti le facce convesse, ondulate, contorte, con poliedrie numerose, simulatrici di faccettine in serie cristallografica e con spigoli conseguentemente curvilinei.

Di questi interessantissimi cristalli fece un esatto e completo studio il mio egregio amico e collega Prof. E. Artini, e la sua Nota « Contribuzioni di Mineralogia italiana - Celestina di Romagna - Rendic. R. Istituto lombardo 1893 », mi dispensa da altre indicazioni, salvo il riportar qui le principali conclusioni cui l' A. pervenne.

Forme semplici osservate:

{001}, {110}, {450}*?, {230}*, {120}, {087}*?, {011}, {0.1.12}, {102}, {207}
{104}, {105}*, {111}, {113}, {122}, {124, {324}, 326}. {562}*, {214}.

Le segnate con asterisco sono nuove per la specie; le {124} e {214} non si erano osservate prima in questo giacimento.

Parametri fondamentali $a : b : c = 0,781282 : 1 : 1,283328$.

Angolo vero in assi ottici: 2 V. (luce di Li) $= 49°, 34'$
(luce di Na) $= 50°, 13'$
(luce verde) $= 51°, 18'$

Le cristallizzazioni di Celestina si vedono disposte sia direttamente sul minerale di solfo, nelle geodi di solfo bruno, o sulla calcite bianca cristal-

lizzata, inversa o scalenoedrica, sia sui cristalli di solfo puro, sui loro aggruppamenti, sulle ganghe imbevute di bitume.

Per il curioso abito a lama di falce, di scalpello o trincetto ecc., di alcuni cristalli di Celestina bianca. V. fig. 68, 69, 70, prese da apposite fotografie.

Selenite (Es. 22701 ... 797), - Gli oltre cento es. della serie si possono dividere in tre categorie, in relazione alle loro condizioni strutturali: 1ª, la categoria dei cristalli; 2ª, delle masse largamente lamellari, distintamente cristalline; 3ª, delle masse litoidi, che fanno passaggio alle rocce gessose della formazione complessiva.

Epsomite (Es. 22692 ... 700). - Forma delle masse stalattitiche o concrezionate, incrostanti, liscie, di color bianco-giallastro, traslucide, senza struttura cristallina distinta, la cui composizione risponde a quella del solfato idrato di magnesia, della specie Epsomite, di formula $Mg\,S\,O_4 + 7\,Aq$. — Tracce di solfato di ferro.

Il più grosso es. concrezionato della collezione ha cent. 12 × 10 × 8; quello stalattitico oltre 28 cent. di lunghezza.

Calcite (Es. 22811 ... 852). - Il fatto più notevole offerto dalla Calcite associata ai minerali di solfo, in Romagna, consiste nella prevalenza della forma e^1 ossia del romboedro primo acuto, (inverso Haüy), che allo stato isolato, in cristalli distinti e regolari é alquanto raro, astrazion fatta dalla sua classica manifestazione nel Grés di Fontainebleau. - Se non che i romboedri inversi della Calcite di cui é parola sono generalmente appannati sulle facce, torbidi nella massa, e con una quasi costante poliedria, che fa rigonfie o convesse le sei facce di ciascun cristallo. Quest' ultima particolarità si coordina con una speciale geminazione, o meglio, compenetrazione, di più elementi cristallini, per la quale, presso al centro di ciascuna faccia convessa sporge fuori la punta triedra di un romboedrino minuscolo, in vario modo orientato, ma più spesso - diagonalmente - rispetto al cristallo cui si unisce, (fig. 71). I cristalli di questa Calcite sono tanto più nitidi, brillanti e regolari quanto più son piccoli e riposanti sopra calcare bituminifero, concrezionato.

Del resto é loro ganga variabile tanto il calcare bruno bituminifero, incrostante (es. 22816), quanto la marna compatta, quanto il *cagnino*.

Anche il tipo scalenoedrico é frequente nella Calcite accompagnante il solfo nativo. Lo scalenoedro fondamentale, che più direttamente connettesi al romboedro primitivo, vedesi bene rappresentato negli es. 22833 ... 837; senonché é assai più comune la sua presentazione allo stato multiplo, *fusiforme*, generando fasci conoidi di singoli e imperfetti scalenoedri convergenti.

Aragonite (Es. 22853 ... 860). - Le più comuni e pregevoli cristallizzazioni di questa specie, riproducono per adunamento poligemino o di mimesia, secondo un asse comune, parallelo agli assi principali di simmetria dei singoli cristalli, le stesse forme esagone, multiple, ad orli terminali frangiati, interrotti, e colle basi divise da tre o sei suture più o meno irregolari e capricciose nel loro disegno, che abitualmente ci presentano gli es. analoghi di Sicilia, cotanto spesso grandiosi e colossali. Sono tuttavia rari i grandi e magnifici gruppi di siffatti cristalli. Ne danno qualche idea, gli es. 22850 ... 851 ... 852.

Più spesso i cristalli, di pochi millimetri nei diametri sulle facce basali, sono distesi, con fittissimo adunamento, o riuniti in aggregati stratiformi. Sono di color grigio celestino chiaro, e assai brillanti, nitidi, con limitata e parziale trasparenza. Es. 22845 ... 846

Idrocarburi bituminoidi (Es. 22798 ... 810). - Si riducono, oltre ai miscugli gassosi detonanti delle miniere, al bitume bruno, o nero in massa, che viscoso e colante d' estate si fa duro d' inverno, e che imbeve frequentemente le marne solfifere ed i noduli di Baritina. Esso filtra nelle fissure dei calcari concrezionati, ne occupa le cavità, penetra con tenuissime diffusioni trasparenti ne' piani di sfaldatura di cristalli di Selenite; avvolge, cementa, intride e nasconde i più puri e diafani cristalli di solfo nativo, e fa parer neri taluni di celestina; ed all' impuro e fetido petrolio, che senza costituire, quivi, veruna vena liquida, veruna falda di accumulamento e senza determinata composizione, imbeve le marne sterili, i *ghioli* e i *partimenti* della formazione solfifera.

Può tuttavia citarsi, in proposito, sebbene cosa estranea al terreno solfifero propriamente detto, il magnifico nodulo di ambra fluorescente (es. 16528), che fu raccolto nel 1875 presso Mercato-Saraceno. Spetta dunque all' area de' giacimenti solfiferi del Cesenate; ma probabilmente rappresenta ivi la zona ambrifera emiliana, del miocene inferiore, di cui si hanno, nel Bolognese, assai notevoli ubicazioni.

Capitolo XIV.

La serie dei prodotti di raffinazione del solfo greggio nella raccolta del Museo. Campioni commerciali. — (Es. 33021 ... 067).

Sebbene non abbiano veruna importanza per la mineralogia, nè per la scienza in generale, pure formano un utile appendice della collezione, pel riguardo all' insegnamento pratico, *tecnico*, degli allievi, cui giova il dar qualche notizia di carattere industriale e di statistica. - Del resto tutto

consiste in una serie accessoria di 45 es., con piccoli e con grossi pani di fusione, sia della qualità greggia più ordinaria, comune di color grigio, sia della raffinata di color giallo, aventi il modello normale di commercio. I grossi pesano Kgr. 50; con altri minori parallellopidi; con diverse figure colate in solfo; con qualche campione di solfo puro *in fiore*, in iscaglie, in cannoli, con appendici di residui di calcaroni (*genisi* sicil.), di distillazioni, di mattoni alterati dei forni di modelli di lampade da minatore, la fiasca metallica da salvataggio onde consentir l'accesso, in caso di disgrazie per esplosioni o svolgimenti gassosi asfissianti, nelle gallerie, a coloro che vi occorrono per l'opera pietosa di salvamento.

Entra in questa serie l'interessantissimo es. di solfo *di fusione*, nella cui superficie di spezzatura *interna*, vedesi costituito un grosso cristallo rombottaedrico.

Capitolo XV.

Rapporti di posizione e di età fra il Solfo cristallizzato e i minerali suoi concomitanti, essi pure cristallizzati.
Ligniti compenetrate di Solfo nativo.

L'indagine dei rapporti di posizione fra i cristalli di solfo nativo e quelli dei diversi minerali con i quali trovasi associato ci offre il miglior criterio per giudicare della relativa età dei minerali stessi, e della lunghezza *relativa* del tempo che deve aver presieduto alla loro definitiva costituzione.

Una siffatta ricerca non promette soltanto una luce propizia sulle fasi della formazione solfifera. Essa fa sperare ragionevolmente un insieme prezioso di deduzioni a favore della storia di altri giacimenti minerali, dovuti a fenomeni di idrotermalità, ed un contingente di ravvicinamenti e di confronti che può guidare il pensiero nostro nella via più sicura per accertare i fatti, e per giudicare le ipotesi, le teorie che ripetutamente si vennero proponendo.

Si tratta, in definitiva, di rilevare l'*ordine delle sovrapposizioni* fra i diversi minerali concomitanti al solfo nativo; minerali che cristallizzarono contemporaneamente a questo o nella medesima fase, e nelle sue ganghe, nelle sue geodi. Possono velarne, rivestirne, incrostarne e nasconderne i cristalli; ma possono, alla loro volta, esserne incrostati, coperti più o meno estesamente.

I più notevoli li conosciamo già: la Calcite, la Silice, l'Aragonite, la Celestina e il Gesso (Selenite).

La loro reciproca situazione aiuta a risolvere le questioni sulla prece-

denza di formazione dei cristalli intervenendo quasi sempre, qui, il criterio utile, sebbene non assoluto, che una sostanza *avvolgente,* o *sovrapposta* è decisamente posteriore a quella che è avvolta, o che vi sottostà.

Ecco pertanto alquanti fatti sicuri, evidenti, facili a vedersi ed a controllarsi:

I cristalli di solfo nativo si vedono addossati, o in parte incastrati, ma evidentemente per sovrapposizione:

a, sulla MARNA SOLFIFERA normale, sulle marne calcaree, sui CALCARI MARNOSI più o meno compatti ecc., nel massimo numero degli esemplari.

b, sul CALCARE CONCREZIONATO, nelle sue vacuità, porosità e geodi moltissimi esemplari c. s.

c, sulla CELESTINA IN MASSA. Es. 22685 ... 691.

Sui CRISTALLI DI CELESTINA. Es. 22603 ... 620 ... 633 ... 651 ... 677.

d, sui CRISTALLI DI SELENITE, per sovrapposizione c. s. - Es.

e, sui CRISTALLI DI CALCITE delle ganghe calcaree. - Es. 21694 ... 22830 ... 842.

f, sui CRISTALLI DI ARAGONITE in prismi mimetici, ecc. - Es. 22843 ... 849.

g, sui cristalli di QUARZO e sulle concrezioni quarzose, calcedoniose, jalitiche ecc., delle vene solfifere. - Es. 22926 ... 943 - 23020 - 40316 ... 322, e tanti altri.

h, sulle ganghe impregnate di bitume, in tutti i casi di roccie marnose, e sulfo-bituminifere.

In tutti questi casi i cristalli di solfo nativo *sono di formazione posteriore* a quella de' materiali che li sostengono.

Inversamente, i cristalli di solfo sono ricoperti o avviluppati dalle sostanze seguenti, o ne sostengono i cristallini sulle loro facce:

a. Cristalli (o gruppi di cristalli), di solfo puro - di consecutiva formazione - facilmente distinguibili per differenza di abito, di colorazione e di trasparenza; se pur non lo fossero, a prima vista, per il rapporto di grandezza, per la modalità della distribuzione e saldatura. L' es. 22126 fa vedere un cristallo di rara limpidità (multiplo, distorto, preval. $b^{3/2}$), in gran parte vestito da una moltitudine di altri cristalli puri, ma appena traslucidi, striati, informi, confusamente aggregati fra loro. Così gli es. 21722 ... 723. Invece gli es. 22125, 22228 ... 239, offrono cristalli di bel color rosso-aranciato carico che sostengono gruppi di cristalli puri c. s.; le var. di due colori, e di due fasi, si alternano nella serie di ventisette es. 22213 ... 239; mentre

gli es. 22031, 22129 ... 134 sono verdastri, pieni di fissure e di bitume, ed hanno talune facce incrostate da minuti strati di cristalli puri.

b. Cristalli, gruppetti ecc, di CELESTINA limpida. - Es. 22682 ... 683.

c. » c. s. di SELENITE.

d. » c. s. di CALCITE cristallizzata, inversa, scalenoedrica ecc. - Es. 21962 - 22124 - 22607.

e. » c. s. di ARAGONITE (Es. 22852).

f. Pellicole di Calcite o di Aragonite, in minutissimi cristalli aggregati.

g. » c. s. di QUARZO JALINO. - Es. 22907 ... 22923 ... 927 - 22944 - 22973.

h. Masserelle di bitume sul solfo, e sulle sue ganghe; velature ecc.

Perciò, in questa seconda serie di casi, sono di formazione precedente, *anteriore a quella dei minerali sostenuti*, i cristalli di solfo.

Bisogna tener conto adesso di questo: che parecchi stupendi saggi di selenite limpida contengono, fra i piani di sfaldatura facile ed anche indipendentemente da questi, bellissime diffusioni, dendritiche o nebulate, di solfo giallo, o in minime particelle, o in polviscolo di tenuità estrema; mentre i rottami di grossi cristalli stanno incastrati, pur restando in parte scoperti, nella selenite stessa. Es. 22717 e 22718. - Il bellissimo e già citato es 22730 é una lastra di limpida selenite, includente un brillante rombottaedrino di solfo bruno, di circa 1 cent. di asse. - Di più giova notare, che la selenite e il solfo, il solfo ed il quarzo, si vedono spesso come amalgamati, commisti con i loro cristalli; l'Aragonite, incrostata di silice calcedoniosa, riposa sul solfo, steso sulla marna (es. 22852); e questa silice incrosta analogamente, con Quarzo microcristallino, il solfo puro e la Celestina (es. 22977); infine, le più belle geodi contengono per lo più commisti, con variatissimi rapporti di posizione relativa, or gli uni, or gli altri, cumulativamente, i minerali fin ora considerati.

Credo che nelle serie siciliane possano riscontrarsi fatti completamente analoghi e corrispondenti; e parmi che sieno più che bastevoli questi dati di fatto per provare all' evidenza che i cinque minerali - SOLFO PURO, SELENITE, CELESTINA, CALCITE, ARAGONITE - senza escludere il bitume tanto spesso presente, si son costituiti durante una medesima fase di mineralizzazione idrotermale, cristallogenica; con attività intermittenti nei singoli luoghi del suo campo di azione.

Capitolo XVI.

L'origine del Solfo nativo, nelle solfare romagnole.

La promiscuitá evidente, luminosamente provata da centinaia di esemplari nelle collezioni, dei cristalli di solfo nativo con quelli di altri minerali, solfati, carbonati, silice ed idrocarburi costringendoci ad ammettere una contemporaneità *relativa* di formazione di tali minerali, quindi necessariamente un processo eguale per tutti nell' indole sua, esclude la *via secca* e le temperature superiori a quella cui lo solfo si fonde. Un grado di calore oltre 111°, sarebbe ostile alla costituzione del solfo rombottaedrico, *limpido*, ovvero argillifero, ed a quella della Selenite, della Jalite ecc.; sarebbe pure incompatibile collo stato inalteratissimo di quei fanghi fattisi, per solo indurimento graduato, marne compatte, calcarj marnosi *con foraminiferi*, argille gessifere con letti e vene di sericolite.

Le inclusioni reciproche di diversi cristalli non possono spiegarsi che ammettendo e supponendo lunghissima la perduranza di una singolare e mal nota mollezza iniziale dei cristalli, forse di uno stato transitorio fra la supersaturazione, o superfusione, delle sostanze che cristallizzano, ed il definitivo assettamento, rigido, delle particelle già poliedriche; imperocché quella mollezza sarebbe favorevole a lentissimi ma attivissimi moti molecolari; ed é giuocoforza supporre ció ogniqualvolta vogliansi spiegare, nei limpidi e grandi cristalli di Quarzo alpino o brasiliano, le stupende diffusioni di lunghi aghi di Rutilo, estremamente fini, perfettamente diritti, orientati in ogni direzione, e tanto fitti in alcuni esemplari da offuscarne la inerente trasparenza; del pari, altri esempi innumerevoli di diffusioni e penetrazioni varie nei cristalli di ogni genere.

Queste conclusioni pertanto sottintendono l' esclusione di alte temperature durante la fase immensamente lunga del lavoro molecolare, perfezionante e completante le specie minerali caratteristiche delle solfare.

Sottintendono, altresí, una grande quiete nel campo del lavoro che stiamo investigando. Una quiete a lunghi intervalli, fra le periodiche eccitazioni delle attività endogene, idrotermâli.

Ecco un prospetto delle principali ipotesi e teorie proposte dal 1780 a oggi, sull' origine del solfo nativo di Sicilia, che desumo, quasi totalmente, dal recente ed eccellente lavoro del mio illustre collega Prof. G. Spezia - *Sull' origine del solfo nei giacimenti solfiferi della Sicilia* - 1892. I contrassegni v, Rg, Oa, dinanzi ai nomi degli Autori significano la preferenza rispettivamente data, sia alla teoria vulcanica, ovvero a quella animale, ovvero a quella della riduzione dei gessi.

v. . . **De Borch** - Minéralogie Sicilienne (Ipotesi di fuochi vulcanici). . 1780

v. . . **Mauricaud et Soret** - Soc. d'hist. natur. Génève. 1821
(Ipotesi di sublimazioni e concrez. parziali).

v. . . **Daubeny** - Americ. Journ. of Sc. and Art (Ipotesi di sublimazione). 1826

v. . . **Hoffmann F.** - Geognost. Beob. in Sicilien 1832
(Ipotesi di emanaz. di gas sulfoidrico).

O.A. . **Gemmellaro C.** - Atti Accademia Gioenia, Catania 1835
(Ipotesi di una produzione animale).

v. . . **Maravigna** - Comptes rendus 1838
(Ipotesi di decompos. idrog. solfor.ª in acque con marne in sospensione).

R.G. . **Paillette** - Comptes rendus (Ipotesi di decomposiz. ignea di gessi). . 1843

v. . . **De Buch** - Atti 6.ª riun. Scienz. italiani (sublimaz. di solfo libero). 1845

v. . . **S. Claire Deville** - Bull. Soc. géol. de France 1856
(Ipotesi di emanazioni antiche e recenti, in suolo siciliano).

R.G. . **Bischof** - Sch. der chem. u. Phys. Geologie 1863
(Ipotesi di emanaz. sulfoidriche; gessi bituminosi, in acqua marina).

v. . . **Schwarzenberg** - Tecnol. prodotti chimici (sublimaz. solfo libero). 1865

v. . . **Stoppani** - Trattato di Geologia 1871
(Ipotesi di scomposiz. di a. sulfoidr.° in contatto di aria e vapor acqueo).

v. . . **Omboni** - Come si è fatta l'Italia 1871
(Ipotesi di sorgenti speciali, insieme ad altre gessifere, prevalenti).

v. . . **Lasaulx** - Neues Jahrb. fur Miner. ecc. 1879
(Ipotesi di emanaz. secca del solfo. Sublimaz. Due periodi di attività).

R.G. . **Mottura** - Sulla formazione ... solfifera ... della Sicilia . . . 1872
(Ipotesi di riduz. di gessi più antichi della formaz. solfifera).

R.G. . **Dieulafait** - Comptes rendus Acad. Sc. Paris 1883
(Ipotesi di riduz. dei gessi mercè mat. organiche - Polisolfuri).

R.G. . **Baldacci** - Descriz. geologica dell'isola di Sicilia. 1886
(Ipotesi di riduz. di gessi per opera di idrocarburi d'orig. minerale profonda).

R.G. . **Travaglia** - I giacimenti di Solfo in Sicilia (Padova) . . . 1889
(Ipotesi di riduz. di gessi per opera di idrocarburi di orig. animale).

v. . . **Spezia** - Origine del Solfo nei giac. solfiferi di Sicilia . . . 1892
(Ipotesi basata sui fenomeni della vulcanicità).

v. . . **Rellini** - Origine dei gessi ecc. (Tesi per laurea) 1893
(Ipot. di sedim. in mare di condiz. speciali, insieme ai gessi, per emanaz. endogene).

Vedesi a colpo d'occhio che l'idea della provenienza del solfo nativo dalle grandi profondità del suolo, sia per emanazione diretta, e per sublimazione, sia per via di gas e di vapori solforosi (il gas sulfoidrico in prima linea), dominò nel pensiero dei geologi antichi, fra i quali taluni di altissimo valore; e che si coordinò talvolta colle idee prevalenti sulla vulcanicità; cosa naturalissima, per la contiguità topografica, in Sicilia, delle più imponenti e grandiose solfare colle più eccelse manifestazioni vulcaniche della stessa regione. Però che, nell'ultimo ventennio, prese il sopravvento la nuova teoria della separazione del solfo dalla sua combinazione nel solfato idrato di calcio (gesso), mercè l'intervento di materie organiche, in certe speciali condizioni, e della deposizione sua allo stato libero, o nativo.

Ma l'ultima parola, sul difficile ed attraente soggetto, restò fin ora allo Spezia, il quale, proponendo e sostenendo con validi argomenti la tesi dell'origine vulcanica del solfo, in Sicilia, combatte valorosamente e vittoriosamente, a parer mio, i principali argomenti che a favore del loro comune concetto addussero, con grande ingegno, erudizione ed abbondanza di osservazioni pratiche, il Mottura, il Travaglia, il Baldacci, fra i geologi italiani contemporanei.

Qui sarebbe superfluo un nuovo esame critico delle pubblicazioni su tale argomento, avendolo già compiuto lo Spezia nell'opera citata, ed essendo facile il procurarsi questa a tutti coloro che hanno ragioni per interessarsene; perciò mi limito a riferir subito la più recente ipotesi dello Spezia, e la assumo come punto di partenza per ulteriori considerazioni mie, aventi carattere più generale e applicazione più illimitata.

Il Prof. Spezia, sostenendo che « ... i depositi solfiferi debbono la loro esistenza a sorgenti di acque mineralizzate; che la celestina e la silice ... non debbono essere trascurate per la loro importanza, nè essere ritenute indipendenti dalle cause stesse che originarono il deposito di solfo »; ammettendo possibile la provenienza del solfo, anche allo stato di vapore, dalle profondità; ed inoltre, lo sgorgo sottomarino di sorgenti sulfuree; anzi difendendo l'idea di queste sorgenti dall'obbiezione che le si mosse in ragione delle grandi pressioni che lor sarebbero state opposte dalle masse acquee sovraincombenti, e che esse avrebbero dovuto superare; riferendosi alle numerose litoclasi note, e ravvisando nelle concrezioni derivanti dalle sorgenti suddette un conseguente processo di riempimento e di cementazione; riconoscendo essenzialmente *di natura chimica* la deposizione del solfo, del gesso, della calcite, della celestina, della silice, in seno alle acque, specialmente nelle rocce listate, o *soriate*, mentre è del tutto *mec-*

canica la deposizione di materiali detritici, quella delle diatomee e di altri microrganismi, indica molte sue proprie esperienze in appoggio delle sue conclusioni; e criticate le conclusioni finali dei sostenitori dell' origine del solfo dalla riduzione del solfato di calcio, insiste sulle correlazioni dei depositi di solfo con quelli di materiali vulcanici, e di questi con i più vasti e potenti letti di tripoli, sottogiacenti alla formazione solfifera.

Alla mia volta, ed in pieno accordo con ció che ebbi a scrivere nelle due edizioni del mio - Corso di Mineralogia -, la prima del 1862, la seconda (tre volumi), del 1874, adotto e sostengo la teoria delle attività endogene e profonde, produttrici dei depositi di solfo presso la superficie; ma con qualche riserva; specialmente a proposito della diretta provenienza dei gas sulfurei dalle grandi profondità.

Comincio col propormi il seguente quesito, naturalissimo e fondamentale: *Donde derivò primamente, e per qual processo iniziale, il solfo dei depositi stratificati* (dove è libero e nativo), *e quello dei gessi e della celestina, nelle solfare sicule e romagnole?*

Riconosco difficile l' acquistare fatti positivi e dirette osservazioni per rispondervi adeguatamente; ma i documenti indiretti di una provenienza da regioni profondissime sono assai copiosi ed autorevoli; e l' importanza del mio quesito risalta viepiù da questa considerazione; ancorché riuscisse trionfatrice la supposizione comune, nelle teorie dei valentissimi geologi poc' anzi citati, Mottura, Baldacci e Travaglia, cioé, - che il solfo libero delle solfare sia quello precedentemente combinatosi col calcio, in amigdale gessose di ipotetica preesistenza, non risulterebbe sciolto il problema della provenienza del solfo; e la questione assumerebbe tutt' al più, questa nuova forma: « *quale fu l' origine prima del solfo, che si suppone essersi precedentemente combinato con ossigeno e calcio per comporre i gessi, e poi separatosi da questi e ritornato libero?* »

Dunque, mentre pel semplice e limitato scopo di descrivere la formazione solfifera siciliana, e la definitiva, finale costituzione dei materiali donde essa risulta, segnatamente del solfo, può bastare la conoscenza del processo *ultimo* cui devesi lo stato libero, o *nativo*, del solfo, invece, per la geologia generale della formazione solfifera, per la storia delle sue correlazioni con quelli altri terreni che, in Italia, sono pur anco sedi di fenomeni geologici e di prodotti dello stesso ordine e della stessa età, e per lo studio delle correlazioni, non meno attendibili, colle attività endogene e vulcaniche del sottosuolo; in una parola, per la storia fisica dell' intiera regione italiana, la conoscenza di quel processo *ultimo* deve essere convalidata e completata dalla conoscenza del processo *primo* ed iniziale, per quanto risulti umanamente conseguibile.

Ecco perché richiamo qui le mie già note idee sulla *metallicità* che ca-

ratterizza la massa planetaria al di sotto della sua crosta solida e pietrosa, e sulla *solidità* e *litoidità* derivanti da ossidazioni, sulfurazioni, idratazioni e salificazioni promiscue di radicali metallici; ed insieme, quelle sulle loro miscele o leghe, più ossidabili, sulfurabili ecc., e *meno pesanti;* quindi *più superficiali* nei periodi di dissociazione perdurante. Ed ecco perchè richiamo, altresì, la mia supposizione di un avvenuto assorbimento, per parte di tale massa metallica, liquefatta, di volumi incalcolabili di gas, segnatamente d'idrogeno (*), e per conseguenza di uno svolgimento inevitabile, consecutivo, di questo gas già *occluso;* in ragione del progressivo raffreddamento periferico, e della predisposizione progressiva alla solidificazione dello sferoide metallico *occludente.*

Il continuo svolgersi d'idrogeno libero, *allo stato nascente*, da una massa metallica centrale, in condizioni specialissime di temperatura e di tensione, può fornire la spiegazione di moltissimi fra i più ardui problemi di geodinamica, di fisica terrestre, di petrografia ecc.; sia in ordine ai movimenti locali e regionali della crosta terrestre, sia in ordine al metamorfismo delle sue rocce; ed a me sembra che fornisca pure ottimi elementi per concepir la derivazione del solfo, *da regioni profonde e da combinazioni primitive.* In primo rango fra queste, i solfuri metallici di ogni grado.

Prescindendo adesso dalle probabili riduzioni di parecchi ossidi, nelle condizioni di temperatura, di pressione e di tempo in cui dovrebbe trovarsi l'idrogeno nascente in contatto di quelli ossidi stessi; nè potendo affrontar qui la questione elevatissima di un' *acqua endogena,* vale a dire prodotta a grande profondità, e quivi dotata di eccezionali energie idra tanti e metamorfosanti mi limito ad indicare come sommamente probabile questo risultato:

Nel campo del potere riduttore esercitato dall'idrogeno *nascente* sui composti metalliferi, soggiacenti all'involucro litoide terrestre colle loro massime quantità, *il prodotto più copioso, immediato, capace di svolgersi allo stato gassoso, sia isolatamente, sia con altri gas o vapori, è il gas sulfoidrico.*

Diffatti, riferendomi alle spiegazioni della copia di solfo nativo nei terreni miocenici di Sicilia e di Romagna, non posso a meno di tener conto della duplice condizione di fratture, attraversanti con tanta estensione in lunghezza ed in profondità la serie delle formazioni peninsulari, appenniniche, e le insulari che vi corrispondono; fratture, divenute tramiti stupendi di attività eruttive, idrotermali e mineralizzanti, con ubicazioni di eccezionale intensità di fenomeni e di prodotti. Non credo di dover insistere sulla storia

(*) L. Bombicci — Sulla costituzione fisica del globo terrestre. Mem. Accad. delle Sc. di Bologna, 1887.

e sullo sviluppo probabile delle litoclasi del suolo italiano, da altri, in parte, già osservate e accennate, o sulle loro infinite misure, dalle regionali che si valutano a chilometri, alle cripto-clastiche che si scorgono col microscopio. Qui mi giova soltanto il distinguerle in due categorie speciali, in ordine al meccanismo della loro origine, ed al livello dei fenomeni geodinamici che vi si produssero: 1ª CATEGORIA: le fratture più profonde, più attinenti alla geodinamica, segnatamente alle dilatazioni e contrazioni di quelle rocce che son vicine o contigue alle masse metalliche centrali; ossia a tutte quelle cause di movimento, nelle masse solide profonde, per le quali può credersi non resti grandemente cambiata la ubicazione o situazione rispettiva di tali masse. 2ª CATEGORIA: le fratture *per traslazione laterale, o di scorrimento*, che si produssero attraverso pile di strati vicinissimi alla superficie, situate cioè nelle più alte zone della crosta solida terrestre. Queste fratture sembrano talvolta verticali, con lunghissimo sviluppo, in una prevalente direzione; quindi *con un generale approssimativo parallelismo;* e per lo più sono accompagnate dai rialzamenti - a tipo uniclinale -, delle lunghe zone o strisce di territorio, date dalle fratture istesse; e questi rialzamenti poi, sono dovuti in parte a quel moto di scorrimento laterale o trasversale che fu provocato da abbassamenti regionali ecc., ed arrestato da ostacoli, o da condizioni ulteriori di equilibrio che le dette striscie tendono a sorpassare, finchè non siasi esaurita la loro traslazione; ed in parte sono dovuti alla potente spinta, dal basso all'alto, delle rocce soggiacenti alle pile di scorrimento, nella direzione delle fratture; e perciò tendenti a sollevarsi come intrusioni, come materiali laminati, compressi, spremuti quasi dagli orli superiori delle massime litoclasi attraversanti.

Evidentemente, la spinta sollevatrice non deriva, in tali casi, da energie proprie delle masse che penetrano nelle spaccature che le sottrassero, nelle stesse direzioni loro, alle già sopportate pressioni; bensì, al pari di quelle dei *creeps* delle miniere carbonifere, deriva da queste pressioni, divenute laterali e verticali, che si compongono con quelle nascenti dal moto stesso di scorrimento.

Ciò posto, credo utile il rilevare, che tanto in Romagna, quanto in Sicilia, si hanno, nelle zone solfifere, non solo le più convincenti manifestazioni degli estesi moti di scorrimento laterale, per es., dalle regioni adriatiche verso le tirreniche, nell'Italia settentrionale e media; quindi l'esistenza di litoclasi regionali, nelle cui direzioni avvennero sollevamenti, intrusioni e trabocchi di rocce; ma che queste roccie si presentano di ben diversa natura ed indole, nelle varie litoclasi parallele, accennando a diversi modi e gradi di lavoro endogeno nel sottosuolo, attraversato dalle fratture istesse, e probabilissimamente *in intima relazione col grado delle pro-*

fondità raggiunte. Si vedono scaturire difatti, da talune fratture, e contribuire al costituirsi di rialzi uniclinali, rocce di origine indubbiamente sedimentaria; ma più o meno modificate dalle condizioni incontrate di movimento, di pressione e di calore, o di moti molecolari ecc., nel loro insorgere. Per es., se nella regione orografica emiliana guardiamo verso N. o N. E., vediamo l'allineamento dei banchi e dei mammelloni gessosi, miocenici; se verso S. o S. O., le argille del cretaceo superiore, fattesi *scagliose* e trabocanti, con i frantumi di strati ed i blocchi del calcare a fucoidi, *laminati* frequentemente; e successivamente vediamo affiorare le argilliti, fattesi microcristalline per incipiente metamorfismo; i gabbri rossi compatti, o diabasici, annunzianti gli allineamenti classici delle diabasi, delle serpentine diallagiche e affini, delle eufotidi, iperiti ecc.; e poscia altre argilliti, divenute già distintamente cristalline e micacifere, per metamorfismo più inoltrato e quasi completo, per es. la montecatinite e le selagiti, analoghe alle minette, alle fraidroniti; e così, fino a quelle sempre più verso occidente e mezzodì, decisamente cristalline, idroplutoniche e vulcaniche propriamente dette, come i basalti e i melafiri, le trachiti e lipariti, le scorie e le lave della Toscana meridionale, del territorio romano, de' campi Flegrei, delle Eolie ecc., fin' oltre Sicilia, nella direzione di Pantelleria e della ex isola Giulia.

Sotto questo punto di vista, le fratture del suolo italiano, specialmente le più recenti dell' era terziaria, verrebbero a collegarsi fra loro, nel concetto sintetico della causa prima dei prodotti *ascensionali*, o eruttivi, che dovettero dipenderne; e la ragione massima delle loro differenze sostanziali potrebbe trovarsi naturalmente, praticamente, *nelle differenze di profondità da esse (fratture), rispettivamente raggiunte.*

Dalle profondissime, derivanti da moti intimi di grandi masse, già solide ossidate e salificate, i filoni metalliferi, i metalli nativi, compreso il ferro ed i solfuri nelle rocce cristalline; dalle non profondissime, le emanazioni *idrogenate*, i prodotti di riduzione per parte dell' idrogeno nascente; le combinazioni dello stesso idrogeno con i mineralizzatori massimi dei metalli, solfo, ossigeno, più raramente cloro e fluorio; e con possibili combinazioni col carbonio, *donde speciali idrocarburi;* dalle meno profonde, i prodotti più caratteristici della idrotermalità; da tutte, un contingente naturale di minerali svariati, promiscui, sceveratisi poco a poco nelle ultime fasi di lavoro, mercè le loro affinità e le forze cristallogeniche. La stratigrafia aiuta chiaramente, nelle regioni solfifere, del pari che in tutte le altre della zona appenninica contenenti fenomeni di origine endogena con indole idrotermale, il concetto delle attività *ascendenti;* imperocchè ci presenta pile enormi di strati, spezzate secondo direzioni pressochè parallele, in tratti lunghissimi; sollevate nelle loro singole striscie di spezzamento, *ad uniclinale*, con forti rialzi, e bene spesso vicine alla verticalità, sopratutto nei casi

dei maggiori scorrimenti, e verso le parti marginali di quella stessa zona. Ciò implica, per ogni singolo rialzo, che le *testate inferiori di spezzamento* debbone essere come impiantate e immerse nelle masse soggiacenti, ossia nelle rocce di sedimento, suscettibili, per maggior cedevolezza, di subir gli effetti delle pressioni su di esse perduranti; capaci di sollevarsi, in conseguenza, fra gli spazi fattisi aperti, e dove la pressione può ridursi minima, relativamente. In conclusione, ciò implica la sostituzione, ad un vasto e non interrotto sistema *ricuoprente* di strati, di un complesso di fissure e di strati frammentati e smossi; di spazi liberi e permeabili, frapposti ai banchi pietrosi e compatti; larghe disgiunzioni fra le singole pile che gli scorrimenti allontanarono le une dalle altre, e che le dislocazioni per faglia fecero vie maggiormente spostate e profonde.

Ecco in qual senso adotto, senza esitazione, l'idea fondamentale del Prof. Spezia, sul carattere *vulcanico* delle cause prime e prevalenti dell'origine del solfo nativo, delle nostre solfare italiane. Il richiamo del fenomeno dello svolgimento ipogeico del gas idrogeno *allo stato nascente*, e in contatto di carburi o di carbonio libero, grafitoide, di solfuri e di ossidi, parmi non soltanto imposto dal carattere di queste considerazioni, ma ben anco dalla pratica utilità delle deduzioni che da esso vengono consentite.

Intesa così la provenienza endogena del gas sulfoidrico, e chiamando *vulcanici* i fenomeni pei quali si predispongono e si attivano, in regioni assai meno profonde ed inerenti allo spessore della crosta *pietrosa* terrestre, le eruzioni di lave fatte di silicati *e di vapor acqueo*, non potremo asserire, con rigor di espressione, che il solfo è un speciale prodotto della vulcanicità. Dovremo dire, invece, che è uno dei vari prodotti *delle attività sotterranee molto profonde*, delle quali i fenomeni vulcanici rappresentano soltanto una modalità, compresa entro limiti definiti pel modo, per lo spazio e pel tempo (*).

Le emanazioni di solfo nativo possono riscontrarsi associate ai prodotti effettivamente vulcanici, percorrenti uno stesso tramite di grandi litoclasi, come le polveri cosmiche possono trovarsi commiste colle sabbie e i polviscoli della terra, in una corrente atmosferica; come da uno stesso treno ferroviario possono esser portati alla stazione d'arrivo, oltre ai viaggiatori che vi hanno preso posto nella stazione di partenza, quelli che vi sono entrati nelle stazioni consecutive. Non insisto su quella distinzione; ho voluto peraltro indicarla, imperocchè credo assai più profondo, lontano dalla superficie, il campo di lavoro produttivo del gas sulfoidrico e degli

---

(*) La vulcanicità classica spetta all'era terziaria; frattanto anche nei terreni triassici i fenomeni generatori di solfo e di solfati ebbero grandissimo sviluppo, per quantità e per estensione; ed in ambiente essenzialmente marino.

affini, che non quello delle attività eruttive dei veri vulcani; e ritengo quindi ben distinte, pel rispettivo livello, le sedi originarie delle emanazioni ascendenti solfifere da quelle delle ascensioni laviche e idrotermali.

Al di sotto della solidità litoide e metallifera della crosta terrestre, il lavoro dei gas in istato nascente, ed in condizioni di calore e di tensione affatto speciali; più in alto, e in mezzo alle rocce solide, ai componenti diretti della crosta pietrosa del globo, il lavoro dell' acqua, delle forze molecolari, delle nuove reazioni, in condizioni ben diverse dalle precedenti.

Correlazioni fra il Solfo nativo ed i solfati concomitanti.

Indipendentemente dall' ipotesi che il solfo libero derivi da gesso preesistente, non può a meno di rilevarsi una correlazione fra queste due sostanze, tanto intimamente associate, ed in condizioni di evidente comunanza della loro cristallizzazione. Ciò sussistendo ancora fra il solfo nativo e la celestina.

In questo proposito mi limito a due osservazioni: astrazion fatta dalla possibile preesistenza del gesso ad un minerale di solfo libero, sarebbe assurdo il negare che la *materia prima*, minerale, del solfo nativo deve aver preesistito, in istato libero o di composti binari (solfuri), a qualunque composto *ossidato e salificato;* segnatamente al solfato di calcio *con acqua di cristallizzazione*, e di origine bene spesso recente. Poi, che nessun fatto ci obbliga a tener conto del gesso per aver ragione della presenza del solfo nativo; tanto meno, a far intervenire una potente reazione, dubbiosa, decomponitrice del gesso in immense quantità, e senza lasciarne residui.

Dico - *dubbiosa* - quella reazione, imperocchè, mancando esperienze decisive ed osservazioni esaurienti ai sostenitori della riduzione dei gessi, alcuni di essi la cercano fra i microrganismi del regno vegetale, altri fra quelli del regno animale, altri nelle chimiche attività inorganiche.

Pel modo mio di vedere, il gesso delle solfare, e senza pregiudizio di quello derivante, in casi specialissimi, dalla gessificazione superficiale di calcari compatti, ci rappresenta, *purchè stratificato, in vaste lenti, o amigdale concordanti con depositi sedimentari*, il risultato della trasformazione del carbonato di calce in solfato idrato, nelle acque di bacini normalmente d' acqua marina, operata da adeguati svolgimenti di gas sulfoidrico. Il solfato di calcio può rimanere disciolto in un eccesso di solvente; ma la concentrazione e saturazione progressiva, in rapporto ai varî sali producenti la promiscua salinità del mare, lo fanno precipitare prima di ogni altro sale più solubile; e ciò vale tanto pel gesso (Selenite), quanto per l' Anidrite; essa pure frequentemente associata al salgemma ed a sostanze bituminoidi.

Un fatto significantissimo in tale questione fu sagacemente addotto dal Sen. Scarabelli nella sua descrizione geologica del versante settentrionale dell'Appennino ecc., in provincia di Forlì. Riporto testualmente le parole dell' illustre Amico, colla compiacenza di trovarle in pieno accordo colle mie successive conclusioni. Il Sen. Scarabelli scrive:

« A provare poi finalmente che l' origine del gesso così cristallizzato non dev' essere attribuita ad un metamorfismo di strati calcari preesistenti, ma bensì avere reali deposizioni di solfato di calce, basterà per noi l' accennare come ivi a poca distanza le *melanopsis* da noi menzionate, incluse nel gesso, *offrono l' intero guscio di carbonato di calce* (*) come quelli delle altre molte conchiglie delle marne plioceniche. *Così dicasi il somigliante dei gusci delle altre conchiglie involute nella selce dei Crivellari*, la quale si trova in lenti, *entro gli strati del gesso*, ed essa pure in sottili strati subordinati ».

Nel territorio de' soffioni boraciferi di Montecerboli, e tutt' all' intorno dello stabilimento e del paese di Larderello, si trovano gessi concrezionati; avvertesi, nell' aria, la presenza del gas sulfoidrico; e si può provocare lo svolgimento di questo gas col semplice smuovere le zolle o le croste di terriccio; mentre il terriccio sottostante, messo così allo scoperto, umido e caldo, si cuopre rapidamente di delicatissime cristallizzazioni dendritiche, filamentose, o quasi polverulente, di solfo nativo. Vi si trovano frequentemente *gessificati*, e vorrei dir - briscaleggiati -, con grosse croste epigeniche di selenite ben cristallizzata, i blocchi di calcare alberese sparpagliati in questa plaga, frammezzo alle argille; e queste, invase dall' imponente fenomeno dei vapori rumorosi e cocenti, ivi riproducono il carattere, la disposizione e forse le antiche qualità delle classiche ARGILLE SCAGLIOSE dell' Emilia, colle loro SALSE, colle loro emanazioni vaporose e gassose, in direzioni quasi parallele all' asse dell'Appennino, *ed alla direzione media dei depositi romagnoli di solfo.*

Anche i gessi concrezionati; gli arnioni di concentrazione gessosa, saccaroide (alabastri di Pomarance, di Castellina marittima), i gessi a cavolfiore, la Selenite in cristalli ecc., delle *crete* e dei *mattaioni* del Senese, sono in palese concomitanza colle emersioni ofiolitiche della medesima zona; ed ivi accennano ad una mite e quasi esausta idrotermalità, connessa ai sollevamenti delle rocce eruttive magnesiane. Tanto che parmi indubitato che tali sollevamenti non dipendano esclusivamente da insite espansioni nelle masse rispettive, o da impulsi *plutonici*, provenienti da sottostanti regioni; ma, piuttosto da pressioni verticali, esercitate dalle masse sedimentarie che vi gravitano sopra.

(*) Mi son permesso di sottolineare le frasi più significative, dal mio punto di vista, in questo periodo.

Analogamente, i gessi quarziferi, sviluppatissimi nell' alto Appennino di Garfagnana, presso i rilievi del Cimone, della Cusna, di Sassalbo, di Succiso, ne' contorni di Ligonchio, con *facies* eruttiva, struttura minutamente cristallina, saccaroide o niviforme, sono contigui a cupole di serpentine; e le litoclasi, a grandi lunghezze, con trabocchi di argille scagliose, sono stupendamente palesi nell' area montana del Modenese e del Reggiano.

Riguardo alla Celestina il Prof. Spezia, avendo già confermata come sottostante alle rocce sedimentarie la mineralizzazione delle acque produttrici delle formazioni solfifere più antiche (pag. 52, l. c.), osserva che il solfato di strontio, fra i minerali di questo metallo, è il più copioso e diffuso, e che le solfare sicule ne sono il più ricco giacimento.

Io aggiungo che della presenza e della relativa copia della Celestina convien tener conto anche trattando della mineralogia delle solfare di Romagna. Di più, che il macigno del Rio-Maledetto (Val di Samoggia, nel Bolognese), affiorante in un' area investita da fenomeni idrotermali di più profonda origine che quelli della zona gessoso-solfifera, presentò alquanta BARITO-CELESTINA raggiata, a druse; infine, che le intromissioni ascendenti di argille scagliose tipiche, contengono arnioni e geodi di Baritina; mentre gli stupendi, limpidissimi, grandi e celebri cristalli di questo stesso solfato si annidano nelle septarie geodiche di Monteveglio, della Vernasca nel Parmense, ecc.; come se il sistema di litoclasi, che nella regione emiliana e romagnola, e nella siciliana, scende alle profondità donde possono sorgere le emanazioni sulfuree, attraversasse una concentrazione - ivi più abbondante - di sali solubili di strontio; e come se il sistema di litoclasi, più ampio e profondo, cui debbonsi le serpentine eruttive e le metallizzazioni filoniane, attraversasse una concentrazione consimile dei sali più pesanti - di bario. La grande differenza di peso specifico fra il bario (p. sp. = 137,00), e lo strontio, (p. sp. = 87,50), vale a spiegare la quasi indipendenza abituale dei rispettivi giacimenti, la loro separazione nei filoni e nelle solfare, nelle rocce amigdaloidi e in altre rocce cristalline, geodifere.

Il supporre, col Dieulafait, che il solfato di strontio venga dai depositi gessosi dei terreni saliferi; che tutta la grande quantità di Celestina dei giacimenti solfiferi della Sicilia, provenga *da altra Celestina preesistente nelle rocce sedimentarie*, non condurrebbe, in ogni caso, che a spostare la questione, come pur rileva a proposito il mio egregio collega, Prof. Spezia; a spostarla dalla sua *primaria* fase, ad una fase consecutiva e transitoria; e perciò mi trovo viepiù confortato a ricercarne la prima origine nella copia di strontio e delle sue combinazioni binarie, solubili, in qualche parte della crosta terrestre; in qualche parte molto profonda, ma non inaccessibile alle circolazioni acquee, mineralizzate, calde, capaci di trarre quei materiali solubili in un ambiente di ossidazioni e salificazioni preva-

lenti (*), per farli contribuire all' isolamento del solfo libero, ed alla *facies mineralogica* eccezionale, mirabile, delle solfare italiane.

Questo concetto si accorda perfettamente col fatto delle limitazioni, a lunghe striscie di affioramento, dei grandi depositi stronzianiferi; ossia delle lunghissime litoclasi regionali, caratterizzate da variate manifestazioni di idrotermalitá e di dinamismo endogeno, quelle comprese della vulcanicitá tipica, assoluta (**).

Puó anzi prevedersi la totale mancanza o la quantitá minima di sali di stronzio, in parecchi giacimenti gessiferi, di sedimento, con anidrite in masse, con idrocarburi ecc., dato che vi manchino litoclasi attraversanti grandi spessori del sottosuolo. Questo é confermato dal fatto.

Finisco questo paragrafo con una breve, ma non inutile osservazione. Si é riscontrato piú volte, nelle solfare di Sicilia, che dentro alle fissure oblique ed estesamente cristallifere, i cristalli di Celestina sono quasi sempre *sovrapposti* a quelle ineguaglianze delle pareti che sono od erano rivolte all'alto; a quelle sporgenze che *guardano in su.* Questo fatto venne invocato dal Baldacci, dal Lasaulx, come dimostrativo di una provenienza *dall' esterno*, del sale di stronzio, ossia dell'affluenza, dalla superficie, delle acque che questo sale tenevano disciolto.

Ma é facile il comprendere che data una forte inclinazione, se non la verticalitá del tramite percorso dalle acque adducenti *dal basso*, la stronziana, la spiegazione piú semplice del fatto si presenta cosí: arrivato il momento in cui da quelle acque possono separarsi le particelle insolubili di Celestina, la gravitá, in un colle polaritá orientatrici, le obbliga *a cadere, in ragione del loro peso*, a scendere dall'alto al basso e fermarsi *sopra le sporgenze* che potevano incontrare come appoggi degli embrioni dei loro cristalli, sebbene il loro comune e liquido veicolo seguiti a muoversi dal basso all' alto. Se sospingiamo in un largo tubo verticale una corrente ascendente di acqua, con sabbia sospesa; e se abbiam disposti in quel tubo qualche diaframma perforato, é fuor di dubbio che, per una conveniente e moderata velocitá della corrente vedremo la sabbia precipitarsi *sempre al disopra*, mai al disotto di ciascun diaframma incontrato.

Correlazioni fra il Solfo nativo e la silice concomitante.

Il Prof. Spezia non accetta l'asserzione del Lasaulx, cioé, che Quarzo, Calcedonio, Opale, Melanoflogite, in una parola la silice, quale

(*) Mottura ritiene che ne' laghi di deposito lo strontio sia arrivato *in istato di solfuro solubile.*

(**) Secondo l'Ing. Mottura nessuna area di gruppi di solfare supererebbe tre chil. di larghezza, potendo superare invece dieci chil. nella lunghezza di litoclase.

vedesi nelle solfare, *spetti sicuramente a formazioni più recenti.* Credo di poter confermare l'opinione del mio egregio collega; anzi di dovere spiegare la presenza della silice, e delle silicizzazioni multiformi, *nell'ambiente delle solfare romagnole*, e nei letti stessi solfiferi, come un fatto precedente al depositarsi del solfo nativo e dei minerali che lo accompagnano. È troppo evidentemente *geyseriana* l'indole antica del processo donde derivarono le concrezioni cellulari a nuclei gessosi dell'Imolese, e così quelle, con solfuro di nichel (Millerite), di Bombiana (Bolognese); quelle con Steatite e Brunispato, di Lizzo; quelle di tante miscele litologiche d'oficalci ed ofisilici, in una lunga zona subappennina, ecc., per escludere l'esistenza e la potenza di attività idrotermali, silicifere, attraverso alti depositi sottomarini, e durante il periodo delle loro oscillazioni e dei loro sollevamenti, precursori delle depressioni consecutive e degli scorrimenti. E ciò guida il pensiero alle odierne manifestazioni di antiche attività vulcaniche, tutte di indole idrotermale e silicifera, quali ad es. le incrostazioni di Jalite nelle fissure delle trachiti e lipariti d'Ischia, di S. Fiora e dei colli Euganei; senza citar mille consimili esempi di altre regioni straniere e lontane.

Io dico, dunque, che Solfo, Celestina, Gesso e Calcite, mi si presentano come prodotti *contemporanei* di una stessa fase di mineralizzazione dei terreni terziari, delle nostre solfare sicule e romagnole; prodotti strettamente connessi fra loro; ma che le varietà di silice, compresa la sempre rara Melanoflogite di Racalmuto, dipendono da un lavoro idrotermale di grado più elevato di quelli inerenti alla mineralizzazione ora citata; lavoro assai più vasto, più prolungato, e proprio di tutta la zona orografica assile della penisola e della Sicilia; quindi, pressochè indipendente dall'intervento del Solfo e della Celestina.

Qui, nell'Emilia, dappertutto selci piromache nelle marne, ne' calcari marnosi e compatti; rilegature calcedoniose e jalitiche, ftanitizzazioni di calcari pieni zeppi di radiolarie e di altri microrganismi silicei, con tinte rosse, ferrigne, e variegature; qui, sideropali e stigmiti rosse, ricche di ferro, presso le emanazioni di idrocarburi gassosi; qui fossili a nucleo di semiopale, e silicatizzazioni di tronchi legnosi; e nell'Imolese, masse di silice geyseritica, tutte spugnose, con cellule occupate da cristalli di selenite *inalterati*, e divenuti mobili per patita erosione dissolvente. Presso Porretta, alle falde del Granaglione ecc., gli interstizi degli strati del macigno rivestiti dai celebri quarzi *aeroidri*, a tremie ed argilliferi, talvolta in gruppi grandiosi, colossali.

Può credersi che a tali condizioni abbia contribuito la microfauna diffusissima nelle marne sottostanti al piano degli strati a congerie, o della formazione solfifera, col suo materiale siliceo-organogenico; ma possono anche spiegarsi, e meglio, le condizioni stesse, pensando che l'abbondanza

della silice addotta da sorgenti geyseriane sottomarine, abbia, da una parte, consentita la vasta silicatizzazione dei sedimenti attraversati, nei bacini marini di non grande o di decrescente profondità; ed abbia favorito, dall' altra, lo sviluppo dei radiolari e delle diatomee, dei microrganismi insomma le cui spoglie, in accumulamenti immensi, danno in Sicilia ed altrove i banchi di tripoli, soggiacenti ai calcari solfiferi. Ad ogni modo credo possa dirsi, in più casi, che il solfo interviene in un ambiente *già per suo proprio conto ricco di silice;* invece di dire che il quarzo viene, *in un col solfo*, ad occupare con questo un comune e limitato giacimento.

Questo secondo concetto può sostenersi, peraltro, in altri casi. Gli es. riportati dal Prof. Spezia, di filoni di solfo nelle rocce cristalline e nelle quarziti (giacim. di Quebra dell'Azufral, e di Ticsan), e di solfatare, presso abbondantissime sorgenti silicifere (Nuova Zelanda), sono senza dubbio significantissimi.

La *Geyserite* che incrosta la sorgente detta - *Steamboat Spring* - con modalità agatoidi, calcedoniose ecc., e con solfo nativo in incrostazioni e cristalli; il bacino solfifero di Cove-Creek, (Utah), avente natura vulcanica, *con sorgenti termali solforate* fanno veder chiaramente possibile la comunanza di percorso, negli stessi tramiti, o almeno nelle stesse direzioni di litoclasi, e per i tratti più periferici, delle materie solfifere e silicifere rispettivamente.

Consentendo, infine, nella riflessione già fatta dal Prof. Spezia, laddove dice che la presenza della silice, e quella pure della Celestina, resta inesplicabile colla ipotesi della riduzione dei gessi, osservo che mercè l' ipotesi delle sorgenti silicifere geyseriane (tanto meglio se con qualche idrocarburo bituminoide), si spiegano benissimo le copiose diffusioni, nei gessi cristallini, candidi come neve, ed aventi *facies eruttiva*, di magnifici cristalli, completi, di quarzo, neri come carbone (*).

Non meno importante, nella tesi della concomitanza del solfo nativo colla silice di origine idrotermale, è la relazione dei Sigg. W. H. Wead e Pirrson (Zeits. Groth. Vol. 22, 1894), sul solfo nativo che si va producendo presso i Geysers del Yellowston-National-Park (St. U. Am.), segnatamente nel Crater-Hill, per emanazione e reazione di vapori, e con deposizioni in fasci raggiati.

Ivi si sprigionano vapori caldi che rimangono chiusi e compressi, ogni qualvolta il deposito stesso di solfo ostruisce le fissure di sfogo. Possono salire perciò a temperature vicine a 90° centigr., ed anche oltrepassarle.

(*) Es. 41143 ... 145; 41557 ... 565; e 40412 di collezione, in parte da me raccolti in posto, presso Ligonchio, nel Settembre 1894, e in parte regalati dal Dott. V. Simonelli, raccolti pr. Pietrineri d' Orcia (Prov. Senese).

Il ferro presentasi molto subordinato, in alcune rocce delle solfare; può provenire allo stato di solfato dall' ossidazione di solfuri profondi, e ridivenire ossido e solfuro, in contatto dell' aria o dei polisolfuri alcalini, o del gas sulfoidrico, o del solfo nativo. Può altresì derivare dalla dissoluzione e *sopratutto dalla gessificazione* di calcari, come nel caso delle così dette TERRE ROSSE.

Qui può sorgere una obbiezione; e lo stesso Prof. Spezia la prevede, e se la propone spontaneamente:

« *Valgano le ordinarie emanazioni vulcaniche a render conto delle enormi quantità di solfo delle solfare sicule, e della vastità delle loro distese sedimentarie?* »

E, colle stesse parole dello Spezia: « *la quantità di solfo che attualmente producesi nei campi di attività vulcanica contemporanea è paragonabile, o no, alla quantità di solfo che si ha in Sicilia?* »

L' egregio A. risponde in modo che sembrami esauriente, riferendosi alla lunga durata del periodo solfifero, già calcolata di almeno mille secoli; e citando casi di singoli vulcani, la cui produzione solfifera in tal durata di tempo, porterebbe alla superficie quantità corrispondenti, press' a poco, a quella delle solfare sicule, supposta superiore ai 50 milioni di tonnellate.

Per mio conto, poi, faccio osservare che se confinasi, come ho già dichiarato di fare, il senso della voce - vulcanismo - al lavoro essenzialmente idrico che - nello spessore della crosta terrestre - presiede alla espansione delle masse laviche sotterranee, ed all' apparato complessivo di attività intermittenti, *attraverso* i canali, i coni e i crateri dei vulcani propriamente detti, l' obbiezione di cui è parola può dileguarsi da se; alla voce *vulcanicità* basta sostituire la espressione - attività endo-dinamica terrestre - per concepire l' intervento di un lavoro chimico e fisico, adduttore di solfo e di solfuri verso la superficie, con ben altra e maggiore misura che non quello circoscritto ai focolari vulcanici e subordinato a quelle linee di fratture che *non discendono* alle massime profondità dell' involucro solido e litoide del globo; involucro, che ben sappiamo essere quasi totalmente fatto di silicati.

Correlazioni del solfo con gl' idrocarburi che vi si associano abitualmente.

Per poco che si accolga, od almen si discuta, l' idea della metallicità propria del pianeta, e si rifletta al suo farsi litoide o pietroso *soltanto in un tenue strato corticale per azioni chimiche salificanti, e in un periodo di enorme aumento della sua temperatura superficiale*; e per poco che a quell' idea si coordini l' altra di un avvenuto assorbimento di gas, prevalentemente idro-

geno, e di un necessario svolgimento successivo di quel medesimo gas, si fa naturale e seducente questa dimanda: perchè non potrebbe l'idrogeno, allo stato nascente, incontrarsi con qualche modalità del carbonio, e in peculiari condizioni di temperatura, *di tempo*, di costituzione fisica, di intervento di altre reazioni e dissociazioni, combinarsi col carbonio stesso *e generare qualche idrocarburo*?

Il ferro nativo delle meteoriti contiene carbonio; e può contenerne quello delle più periferiche zone metalliche del sottosuolo; nel ferro meteorico di Canon-Diablo si trovò carbonio cristallizzato; in quello di Lenarto, in quello del Capo di B. Speranza, e nel meteorite di Alfianello si trovò idrogeno puro; il carbonio minerale, di iniziale costituzione inorganica, dovè pure preesistere agli idrocarburi delle cellule, del protoplasma; e può restare libero un qualche residuo di quella quantità incalcolabile che si andò via via condensando nell'anidride carbonica, nei carbonati, ed immagazzinando nei tessuti organizzati, viventi.

Non ho potuto a meno, perciò, di riflettere su tale possibilità già da me preannunciata (*); ed ora sono lieto di veder propendere lo stesso Prof. Spezia per una origine *minerale*, *endogena* di idrocarburi, e di rilevar le giuste considerazioni sue su tal delicato argomento.

Debbo quindi trovare un poco troppo assoluta la proposizione dell'Ing. Travaglia, negante l'origine endogena degli idrocarburi; e riferendomi io pure agli studi dell'Abich, (1879), di cui lo Spezia adotta le conclusioni, credo poter dire che non soltanto l'acqua che scende in profondissime parti del sottosuolo - dove sono metalli -, vale a dar luogo ad idrocarburi; ma benanche, e con predominio di azione, l'idrogeno nascente da quelli stessi metalli, da quello stesso ferro dove trovasi copiosamente chiuso e diffuso, e dal quale lo scaccieranno quei progressivi cambiamenti molecolari che nei metalli sono i predisponenti alla solidificazione cristallina.

All'Ing. Baldacci pare probabile un'origine endogena dei composti d'idrogeno e carbonio; ma ne tien conto per favorire la ipotesi dell'isolamento del solfo mercè la riduzione dei gessi.

Qui capita molto bene il ricordo della scoperta che fece il Silvestri, studiando la dolerite della Salinella di Paternò. L'illustre e compianto mio amico vi trovò una nafta paraffinata, chiusa in una quantità di piccoli vacui, uno dei quali peraltro era abbastanza ampio per contenerne circa cinque centimetri cubici.

Anzi, giovami il rilevare che tutti i caratteri della nafta *paraffinata* di Paternò, descritti dal Silvestri, corrispondono a quelli della Nafta *ad*

(*) Bombicci — Sulla costituzione fisica del globo terrestre ecc. ecc Mem. Accad. delle Sc. di Bologna, 1887.

Hatchettina (paraffina naturale, pura), del Monte dei Falò, pr. Savigno (Bolognese). L'Hatchettina di Savigno, descritta dal Prof. Casali e da me, bianca, limpida, cristallina, birifrangente e biasse, trovasi diffusa, con gesso, calcite, frantumi di calcare alberese e zolle terrose in una intromissione ascendente di argille scagliose, attraverso una delle tante litoclasi della zona montana dell'Emilia.

La Elaterite dei filoni metalliferi di Castletown (Derbyshire), associata alla Blenda, alla Galena, alla Fluorite ecc. può essere ricordata, essa pure, in queste considerazioni.

Paragenesi dei giacimenti solfiferi nelle litoclasi e dei filoni metalliferi.

Ma la dipendenza diretta di alcuni de' minerali caratteristici delle solfare con i filoni metalliferi, ossia colle manifestazioni *di più profonda sorgente*, delle attività chimiche interne del globo, riesce anche più istruttiva da parte dello stesso solfo; fatta astrazione, s'intende, da quello che per semplice ossidazione dei solfuri di piombo, di antimonio, e di pochi altri, può restar libero come prodotto epigenico, nei tratti più vicini alla superficie, delle litoclasi filoniane.

Nella provincia di Siena, i grossi filoni o diche quarzoso-metallifere dei giacimenti antimoniferi di Pereta e di Selvena, sono ricchi di solfo nativo. Si coltivarono anche per tal condizione, e se ne poterono ricavare, dice il D'Achiardi (Miner. della Toscana, 1872), fino a 20,000 tonn. in sette mesi di scavo.

Questo esempio ha un grandissimo valore, per la tesi dell'origine prima del solfo nativo; non solo per esser compresi i giacimenti metalliferi toscani *nella stessa grande zona di litoclasi della penisola*, zona comprendente oltre ai vulcani spenti ed attivi, le salse dell'Emilia, le emanazioni di gas ardenti, i soffioni boraciferi del Volterrano, ecc., ma, altresì per un altro fatto, di suprema importanza, e che credo di segnalare pel primo; almeno, sotto il punto di vista paragenetico dei giacimenti solfiferi e metalliferi del suolo d'Italia; questo:

Le principali direzioni dei giacimenti metalliferi, di Toscana, Sardegna e Sicilia (quivi in prov. di Messina a Fiumedinisi ecc.); *quelle delle salse dell' Emilia*; *quelle degli allineamenti de' soffioni boraciferi del Volterrano*; *quelle dei depositi gessosi del versante Adriatico, e dei gessoso-solfiferi di Romagna*; *quelle dei depositi gessoso-solfiferi di Sicilia*, SONO FRA LORO RISPETTIVAMENTE PARALLELE –. Vale a dire si corrispondono per reciproci pa-

rallelismi, nelle due direzioni predominanti, e nelle due *che sono perpendicolari* rispetto ad esse. Difatti:

Gruppo	Località	Direzione
Miniere metallifere	MINIERA plumbifera del Bottino (Versilia)	Tutte in direzione NO - SE
	» di Monte Poni (Iglesias)	
	» di Fiumedinisi (Messina)	
Fenomeni idrotermali	Salse (vulcanetti fangosi) dell'Emilia (sei esempi).	
	Emanazioni gassose brucianti (quattro es.)	
	Soffioni boraciferi di Larderello (Toscana).	
	Rilievi gessosi allineati, nel versante Adriatico	
	Ellissoidi della vulcanicità estinta	
Solfare	Banchi gessoso solfiferi del Forlivese	
	SOLFARE di Lercara	
	» di Valle Verdura e Magazzolo	
	» di Aragona	
	» di Mandravecchia	
	» di Favara	
	» di Caltanissetta	
	» di Pietraporzia	
Miniere metallifere	MINIERE plumbifere di Montevecchio (Sardegna).	Tutte in direzione NE - SO normale alla precedente e E - O dominante
	» del Sarrabus	
	» di Malacalzetta	
	» del Massetano in Toscana	
Solfare	SOLFARE di Casteltermini e di S. Biagio	
	» di Comitini	
	» di Pampinello	
	» di Sommatino	
	» di Villarosa	
	» di Alimena	
Min. metall.	MINIERE metallifere del Sarrabus	Direzione N - S normale alla precedente e NNE - SSO
	» di Perd' Arba	
Solfare	SOLFARE di Valguarnera	
	» di Platani-Siculiana	
	» altre di Aragona ecc.	

CONCLUSIONI

1.ª Confermo la completa analogia dei giacimenti solfiferi terziari, del miocene superiore (strati a congerie ecc.), della regione romagnola, con quelli della regione sicula; sia pel tempo durante il quale si costituirono, per le rocce dei rispettivi terreni, per il processo di genesi del solfo nativo, e dei minerali suoi concomitanti; *sia pel generale parallellismo delle direzioni complessive delle litoclasi* regionali, divenute sedi, in rapporto alle loro rispettive profondità, sia di fenomeni filoniani, metalliferi; sia di intromissioni di silicati magnesiani, di rocce feldispatiche, cristalline; sia di emanazioni sulfuree; sia di attività vulcaniche propriamente dette; sia di variati ma pur fra loro affini fenomeni di idrotermalità, dei quali taluni tuttodì perduranti.

2.ª Credo essenzialmente marina la formazione dei depositi gessoso-solfiferi. Suppongo, tuttavia, assai variabile nel mare miocenico sommergente la profondità, specialmente per effetto di oscillazioni con prevalente sollevamento. Non escludo perciò i casi di emersioni localizzate, di disposizioni a basso fondo e ad estuario, derivabili da sovrapposizioni di sedimento, o *da rialzi di strati con crescente obliquità*, in zone parallele; e fors'anco da aumenti di volume nelle masse gessose in via di cristallizzare. E queste emersioni basterebbero a spiegare altresì quei depositi di acqua dolce o salmastra, colle flore e faune rispettive, che si riconobbero in date aree di quel vasto bacino, le cui acque salate e profonde accolsero i primi strati gessoso-solfiferi, nelle loro massime profondità. Quindi, l'esistenza di laghetti, stagni, estuari ecc., non che di linee littorali, ora dirupate ed a picco, ora a spiaggia con dolce declivio.

3.ª Dato che in taluni casi fosse evidente una differenza nel modo di rivestimento di tratti successivi, o alternanti, sulle pareti di fenditura, per esservi diversi i minerali rispettivi che vi si sovrapposero, *e in corrispondenza di rocce diverse*, *delle pareti*, credo che prima di attribuire il fatto alla natura chimica e mineralogica di tali rocce; prima di supporre *afflussi laterali mineralizzatori*, sgorganti dalle pareti di essi tratti, debbasi pensare che durante una prima fase di filtrazioni, attraverso litoclasi percorse da acque mineralizzate *promiscuamente*, possono, le rocce attraversate, aver assorbito alcuni degli elementi di quelle filtrazioni, in proporzione della loro specifica permeabilità, della loro natura chimica, del loro grado di alterazione possi-

bile, ecc. Perciò, in condizioni che da un tratto all'altro possono essere differentissime; e ciò indipendentemente dalla eventualità di dislocazioni verticali per *faglia*, donde la prospicienza reciproca di rocce diverse ad uno stesso livello. Nella fase successiva, di riordinamento e assettamento molecolare, cristallogenico, perfezionante, le rocce di parete possono *restituire* in parte, per via di azioni concentratrici, gli elementi assorbiti; anzi, favorendo speciali combinazioni, o tipi speciali di aggregazioni cristalline, possono contribuire alla differenza complessiva e saltuaria fra i tratti consecutivi della litoclasi comune.

4.ª Date le litoclasi per *iscorrimento laterale*, quindi le disgiunzioni *di varia ampiezza* fra le singole parti, allontanate fra loro, e rialzate con vie crescente tendenza alla verticalità, verso il limite di spostamento e discesa, riesce facilissimo il comprendere tanto il ripetersi, con alternanze e parallelismi palesi, delle forme litologiche stesse in diversi luoghi topograficamente lontani (es. del macigno appenninico, in affioramenti nelle vallate del Venola, del Rio maledetto ecc., lontani dal Porrettano e dalla zona caratterizzata da quella roccia), quanto il ripetersi di identiche intromissioni successive di derivazione profonda, *parallele* agli strati di ogni singola pila. Di queste, posson dare esempio, oltre a quelli massimi e classici delle argille scagliose, dei gessi a *facies* eruttiva, dei letti di scisti argillosi fra gli strati del macigno, i così detti - partimenti -, di cui la costituzione litologica, la posizione fra i banchi solfiferi, la modalità strutturale e l'impregnazione petroleifera, ma sopratutto la loro analogia con talune SALSE O MACCALUBE, sono altrettanti elementi per giudicarli rocce di posteriore iniezione ascendente, per opera di pressioni laterali, dall'alto al basso, in rispondenza a litoclasi preesistenti.

Le salse della regione emiliana altro non sono, a parer mio, che luoghi delle massime fratture o litoclasi regionali *entro ai quali esaltasi* il fenomeno della ascensione delle argille del cretaceo superiore; e tale esaltazione potrebbe ivi derivare *da locali* intensità di circolazione idrotermale, per la maggiore ampiezza o profondità dei tramiti discendenti; ovvero, per la natura salifera o petroleifera delle masse rocciose sottogiacenti e attraversate.

5.ª Le maccalube di Sicilia, le piccole salse nei partimenti, sarebbero semplicemente luoghi di maggiore violenza di trabocco o di spremitura terminale di materie argilloidi, plastiche o pastose, laminabili e lisciabili in parte, per pressioni oblique di schiacciamento. Starebbero ai partimenti delle solfare, come le salse stanno alle argille scagliose di più intensa espansione eruttiva, nelle lunghe ellissoidi subappennine.

Nelle salse, idrocarburi, pochi solfati, cloruro sodico prevalente; nelle solfare, idrocarburi; copia di solfati, e solfo nativo prevalente.

6.ª Credo utile il distinguere nel periodo di genesi della complessiva formazione solfifera, due fasi cronologiche e morfogeniche ad un tempo; la fase *prima*, delle deposizioni chimiche, e meccaniche in parte, dei materiali costituenti (solfo, gesso, celestina, calcare, materie bituminoidi, detriti argilloidi, spoglie organiche ecc.), sul fondo del mare; la fase *seconda*, di lenta ma continuata trasformazione dei materiali suddetti, originariamente *amorfi e commisti*, in minerali benissimo cristallizzati (salvo i non cristallizzabili), e perfettamente distinti, nei loro sviluppi complessivi sia nelle *soriate*, sia nelle masse lenticolari.

Una relativa *mobilità strutturale*; una lunghezza enorme di tempi, tolgono ogni ragione di meraviglia e di dubbio, sull'indole di tale graduata trasformazione, e di localizzazioni definitive.

Viene così a considerarsi possibile la cristallizzazione perfezionante del solfo e dei contigui solfati, anche dopo avvenuti i rialzi dei loro depositi stratificati; ossia, dopo che erasi già determinata l'obliquità delle singole pile, con non rari avvicinamenti alla posizione verticale.

Ciò aiuta ad intendere la bellezza meravigliosa e la copia delle cristallizzazioni suddette, in ragione delle facilitate vie di filtrazioni ascendenti. Si potrebbe ripeter questo concetto per la copia e bellezza dei quarzi porrettani, fra i banchi inclinatissimi, quasi verticali, del macigno che li contiene.

A determinar la prima fase, potevano prodursi, attraverso complicati sistemi di screpolature profonde ed iniziali, le emanazioni metalliche, sulfuree, fino alle dejezioni sottomarine avvelenatrici dell'ambiente acqueo circostante, mercè solfuri alcalini, e gas sulfoidrico; mentre la fase seconda era caratterizzata *dai grandi distacchi per gli scorrimenti laterali*; dai *rialzi a tipo uniclinale*; dalle intromissioni per pressioni laterali; da ampliamenti ed espansioni del lavoro idrotermale perdurante; fino ai sollevamenti più eccelsi delle nostre serpentine, ed ai parossismi - preistorici - della classica vulcanicità, nel mezzogiorno d'Italia.

APPENDICE

Ricordo bibliografico.

Possono tornare utili, a chi s' interessa alla storia del solfo nativo, le indicazioni di alquanti lavori, relativamente interessanti, pubblicati dal 1887 in poi, e per lo più descrittivi di cristalli e di geminati di quella sostanza.

Nell' anno citato adesso il Prof. **A. Schrauf** pubblicò un cospicuo lavoro negli Zeitschrift für Kryst ecc. del Prof, Groth (Vol. XII, 4, u. 5), intitolandolo: « Die thermischen constanten des Schwefels » nel quale l' A. descrive estesamente tutte le considerazioni, le sperienze, le conclusioni ecc., sulle costanti termiche del solfo; sulla determinazione diretta dei volumi; sulle misure goniometriche delle variazioni angolari che derivano dai cambiamenti termici, dando le medie dei tre coefficienti di dilatazione per temperature = 21° ... 25° cent.; e sulle discordanze di misure, ecc., nei cristalli artificiali, di solfo ottaedrico. Cita, lo Schrauf i lavori affini di Knopp, Russner, Rossetti, Scacchi, Brezina, Zepharowich ecc. nei quali pur si precisano dati fisici dello solfo cristallizzato, sia allo stato nativo, sia come prodotto di laboratorio.

Devesi al Bar. di **Foullon** di Vienna (Gr. Zeits Vol. XII e XVIII, 1887), uno studio particolareggiato sulle cristallizzazioni di solfo nativo della abbandonata miniera plumbifera di Truskawiec (Galizia) dove si raccolsero cristalli di 2 ... 15 mm. di lunghezza, riferiti dall' A. a tre consecutive generazioni, discernibili coll' aiuto ancora delle diverse rispettive colorazioni, bruna, gialla, nerastra. L' A. accenna ai minerali ivi presenti, insieme al solfo. Il Prof. **Brezina** calcolò le incidenze di essi cristalli.

Sempre nel 1887, il Prof. **Dana** illustrò un es. delle collezioni Brush, derivante dalla miniera Rabbit-Hill (Nevada), interessante per ricchezza di facce, multiplo, con iso-orientazioni, e con parecchie forme di diverso simbolo (Zeits. Groth. Vol. XII, pag. 460).

Nel 1888, con una lunga memoria (Groth. Zeits. Vol. XIV), il Prof. **Molengraaff** dà notizie sui cristallini di solfo, di origine vulcanica, dell' isola di Saba (piccole Antille), i quali con soli 3 mm. di lunghezza, presentarono le facce di forme cristalline diverse, delle quali quattro giudicate nuove. L' A. dà, nel suo lavoro, una tabella di tutte quante le forme di-

stinte del solfo nativo, fin ora conosciute, con i nomi di coloro che primi le osservarono e illustrarono.

Il **Sella,** nel 1888, annovera il solfo nativo fra i minerali cristallizzati sparsi nell'Anidrite presso il ghiacciaio del Gerboulaz, dove era già stata scoperta dallo Strüver la sempre rarissima Sellaite.

Nel 1890 (Groth. Zeits. Vol. XVII), si descrissero dal **Muthmann** quattro modificazioni della struttura cristallina del solfo, artificialmente ottenuto, in un con quelle corrispondenti del Selenio.

Il Prof **K. Busz** di Marburg dà nel 1889 (Zeits. Groth. Vol. XVI) una descrizione delle 19 forme osservate nei cristallini nati dalla decomposizione della Galena nella miniera di Musen (Siegen); unisce una tavola d'incidenze, ed il rapporto degli assi (V. pag. 694 precedente).

Sulla var. di solfo cristallizzato di Bassick (St. U. Am.), lo stesso Prof. Busz aggiunge (Zeits. Gr. Vol. XVII, XX, 1892), le misure ottenute da altri cristalli, indicando due nuove forme di simbolo (553), e (551), ossia $b^{3/10}$, e $b^{1/10}$.

Con altra sua pubblicazione del 1892 (Zeits. Gr. Vol. XX), il Prof. Busz fece pure conoscere il solfo cristallizzato cementante la sabbia di una arenaria di Roisdorf, pr. Bonn, già stato indicato dal Becks; e descrisse i cristallini inerenti, piccoli in guisa da non superare un mm. col loro maggiore diametro, avendovi riscontrate 23 forme distinte, ripartite su diversi individui, e subordinate alla piramide della forma primitiva.

Di più, nello stesso Vol. XX c. s., illustrò i cristalli di solfo di una trachite silicifera dell'isola di Milo, cristalli assai grossi, con 1, $^1/_2$ cent. di asse, e tanto ricchi di forme, secondo il Busz, da aversene rispettivamente 18 e 19 in due cristalli! - Infine, fece conoscere, contemporaneamente un nuovo geminato, offerto da un piccolo cristallino di una geode, nel calcare solfifero.

Già fino dal 1872, nella sua opera - Mineralogia della Toscana - il **D'Achiardi** aveva descritti i caratteri ed accennati i diversi modi di giacimento del solfo nativo, in Toscana, procedendo dalle piccole quantità di questo minerale che derivano dalla scomposizione delle Piriti (Min. di ferro dell'Elba, ligniti del Grossetano), alle varietà generate dai gas sulfurei sprigionantisi fra le marne argillose, gessifere della zona fatta celebre, nel territorio di Volterra, nel Senese, ecc., dai soffioni boraciferi. Ivi le *putizze*, le emanazioni di gas sulfoidrico col caratteristico odore nell'aria di quella località, e le rapide ed eleganti produzioni di piccoli, brillanti e puri rombottaedrini di solfo, a tremie, riuniti in cespuglietti, in ramificazioni filamentose, in tenui e fragili crosticelle. Il D'Achiardi tien parola del solfo come derivato dall'ossidazione parziale epigenica della Stibina, sulle cristallizzazioni bacillari di questo minerale, delle miniere di Pereta, di Mic-

ciano ecc. (Senese); di quello delle gessaie di Sassalbo; delle panchine di Antignano; delle sorgenti minerali di Rapolano e di S. Filippo, e di quello, anche più notevole, delle geodi a cristalli del marno saccaroide di Carrara.

I gentili donatori di esemplari delle miniere solfifere al Museo di Bologna.

Ed ora mi é grato e doveroso l' aggiungere a questa lunga e pur non completa notizia della collezione degli es. delle nostre solfare, l' elenco dei nomi di quelle egregie e cortesi persone che vollero con offerte, regali e notizie, contribuire allo studio e alla descrizione fisica e mineralogica dei terreni terziari racchiudenti i depositi di solfo, ed allo sviluppo via via conseguito dalle rispettive collezioni.

Primissimi per tale riguardo, e per ordine cronologico, i nomi dei Sigg. Ing. **G. B. Monti** (dono di cristalli sciolti, nel 1863 e 1865); del Prof. Comm. **A. Bordoni** (1863), Comm. Ing. **A. Pancaldi**; del Prof. Cav. **G. Gardini** (1865), del Cav. Ing. **E. Niccoli** (1892); ed in più volte, dal 1863 al 1892, con nobile, premuroso pensiero, con somma larghezza e vera generosità, l'Amministrazione della **Società Anonima delle miniere solfuree di Romagna.**

Ringrazio di nuovo, pubblicamente, queste esimie persone, non senza dirmi pronto ad accettare qualche altra bella cristallizzazione che per fortuna avessero ancor disponibile.

INDICE DELLE FIGURE

N.° 35 Lastra appiattita, con solchi e gradini concentrici, per impedito accrescimento, normale.

» 36, 37, 38, 39, 40, 41 — Es. di allineamenti o pile, di individui accorciati o tabulari, addossatisi con comune parallelismo degli assi rispettivi, nella direzione prevalente dell'asse principale.
Con deviazioni producenti abito curvilineo, o a zig-zag, irregolare, nei singoli complessi prismatici che ne risultano. (Serie 21996 ... 22012.)

» 42 Es. di iso-orientazione, con individui costituiti analogamente ai casi precedentemente rappresentati (22000).

» 43 Es. di facce con intaccature (22032).

» 44 Es. di intaccature e strie sulle facce ecc. (22031).

» 45 Es. di sagrinature sulle facce pinacoidi (22018).

» 46, 47 — Es. di intacchi, solchi, sagrinature irregolari sulle pinacoidi, essendo rimaste illese le facce ottaedriche contigue (22026 ... 027).

» 48, 49 — Gruppi di cristalli con distinti rilievi di poliedria sulle facce ottaedriche $b^1/_2$ (22022).

» 50 Incavi lievissimi, a contorno circolare, fra loro strettamente contigui sulla pinacoide $b^1/_2$ (22028).

» 51, 52 — Ingrandimenti delle impronte e degli incavi notati sulle facce di alquanti cristalli.

» 53, 54, 55, 56 — Es. di incavi, e di piccole impronte, a contorni poligoni o circolari, che si notano sopra le facce di alquanti grossi cristalli, e ingrandimenti di talune istruttive modalità. (Serie 22033 ... 038.)

» 57 Disposizioni tabulari con gradini o solchi concentrici, abito quasi *corolliforme*, per essere stato impedito il normale accrescimento.

» 58, 59, 60 — Depressioni lievissime, ma estese, sulle facce, con tenuissimi gradini a limiti ondulati, irregolarmente concentrici. Modalità iniziali delle tremìe.

» 61 Ottaedro con tremìe su tutte le facce.

» 61bis Ingrandimento di una parte di tremìa.

» 62 Grande ottaedro, incompleto, con profondi incavi, a gradini, per tremìa.

» 63 Ricostruzione di un cristallo, con tremìe, di cui esiste una parte, nell'es. 22050.

» 64 Es. con tremìa sulla pinacoide P, dalla quale sorge un minore cristallo iso-orientato.

» 65 Geminato $\infty b^1/_2$ (∞ 111); es. 22073.

» 66 Geminato ∞e^1 (∞ 011); es. 22075.

» 67 Solfo sferoedrico, associato ad un cristallo regolarmente rombottaedrico.

» 68, 69, 70 — Cristalli di celestina, laminari e contorti, a guisa di lame di trincetto ecc. (Es. 22646 ... 678, 679, copiati dal vero.)

» 71 Romboedro inverso, della calcite, con facce convesse, e sporgenze centrali di piccoli romboedrini, diagonalmente disposti.

L. Bombicci dis. dal vero

E. Contoli inc.

Lit. Mazzoni e Rizzoli-Bologna

INDICE

CONCORSO LIBERO

AL

PREMIO ALDINI SUL GALVANISMO

Una Medaglia d' oro del valore di italiane L. 1000 sarà conferita secondo la volontà espressa dal benemerito Testatore all' Autore di quella Memoria sul Galvanismo (Elettricità animale) che sarà giudicata la più meritevole per l' intrinseco valore sperimentale e scientifico.

CONDIZIONI DI CONCORSO

Il Concorso è aperto per tutti i lavori che giovino ad estendere le nostre conoscenze scientifiche in una qualche parte relativa al Galvanismo e che saranno inviati all' Accademia con esplicita dichiarazione di Concorso, entro il biennio compreso dal 6 Giugno 1895 al 5 Giugno 1897, e scritti in lingua italiana, latina o francese.

Questi lavori potranno essere sì manoscritti che stampati, ma se non sono inediti, dovranno essere stati pubblicati entro il suddetto biennio.

Non sono escluse dal Concorso le Memorie stampate in altre lingue nel detto biennio, purchè siano accompagnate da una traduzione italiana, latina o francese chiaramente manoscritta e firmata dall' Autore.

Le Memorie anonime stampate o manoscritte dovranno essere accompagnate da una scheda suggellata contenente il nome dell' Autore con uua stessa epigrafe o motto tanto sulla scheda quanto nella Memoria, e non sarà aperta la scheda annessa, se non di quella di tali Memorie che venisse premiata, le altre saranno abbruciate senza essere dissuggellate.

Il Presidente dell' Accademia farà pubblicare senza ritardo il nome dell' Autore e il titolo della Memoria premiata e ne darà partecipazione diretta all'Autore stesso. Il premio sarà inviato subito all' Autore, se il lavoro premiato sia già pubblicato, in caso diverso gli sarà rimesso appena avvenuta la pubblicazione.

Le Memorie portanti la dichiarazione esplicita di concorrere al detto Premio dovranno pervenire a Bologna entro il 5 Giugno 1897, con questo preciso indirizzo: *Al Segretario della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna.*

Bologna, 6 Giugno 1895.

Il Presidente
GIOVANNI CAPELLINI

Il Segretario
ALFREDO CAVAZZI

Tip. Gamberini-Parmeggiani.

MEMORIE

DELLA

R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL' ISTITUTO DI BOLOGNA

Serie V. Tomo IV.